

التقنيات الحديثة
المعتمدة على البيانات والذكاء الاصطناعي

يناير 2023




بسم الله الرحمن الرحيم



كلمة معالي الرئيس

تتنافس الدول لتطوير أحدث التقنيات عن طريق دعم البحث والابتكار وتحفيز الشركات الناشئة، ومن هذا المنطلق تتجلى أهمية استشراف التقنيات الحديثة المتوقع انتشارها في السنوات المقبلة للإسهام في تحقيق رؤية المملكة 2030 والوصول إلى هدف مولاي خادم الحرمين الشريفين الملك سلمان بن عبدالعزيز — حفظه الله ورعاه — الذي أفصح عنه بقوله: "هدفي الأول أن تكون بلادنا نموذجاً ناجحاً ورائداً في العالم على كافة الأصعدة، وسأعمل معكم على تحقيق ذلك".

وتعمل الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) على متابعة أحدث التطورات التقنية وأفضل الممارسات العالمية في مجالات البيانات والذكاء الاصطناعي وتبني أحدث التقنيات لتوفير بنية تقنية رائدة عن طريق السحابة الحكومية ديم، وإدارة البيانات الوطنية وحوكمتها عن طريق بنك البيانات الوطني، ودعم اتخاذ القرار واستشراف المستقبل عن طريق منصة استشراف. إضافة إلى إطلاق سياسات وطنية لحماية البيانات وحوكمة استخدامها، وتعزيز الابتكار وتطوير حلول وطنية ذكية.

وفي ظل الدعم المستمر من مولاي خادم الحرمين الشريفين وسمو ولي عهده الأمين لتشجيع مبادرات التحول الرقمي وتبني التقنيات الحديثة والسعي إلى تحقيق رؤية 2030، فإننا نتطلع إلى تكاتف الجهود الوطنية في الاستفادة من التقنيات الحديثة المعتمدة على البيانات والذكاء الاصطناعي لتطوير الأعمال وتحسين تجربة المستخدمين ورفع جودة الخدمات الحكومية والخاصة، وتجنب المخاطر المحتملة التي قد تحصل بسبب إساءة استخدام تلك التقنيات.

الدكتور عبد الله بن شرف الغامدي

رئيس الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي

ملخص تنفيذي

للتقنيات الحديثة دور مهم في إحراز الدول مكانةً قياديةً والحصول على قدر أكبر من المنافع الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والعسكرية، لذا جاء الحرص على استشراف أحدث التقنيات وتطويرها وتجاوز تحدياتها والاستعداد لمخاطرها المستقبلية، لاسيما مع الازدياد المضطرد لتطوير مختلف التقنيات التي قد تغير موازين القوى وتعيد تشكيل طريقة تعاطي الأفراد مع حياتهم اليومية.

تهدف هذه الدراسة إلى استعراض أبرز التقنيات الحديثة المعتمدة على البيانات والذكاء الاصطناعي عن طريق تعريفها وتقديم لمحة تاريخية عنها، ثم استعراض بعض حالات استخدامها والإشارة إلى أبرز المخاطر التي قد تنجم عنها، بالإضافة إلى تقديم توقعات حول مدى تبنيها في المستقبل.

وتتضمن الدراسة ثماني تقنيات وهي: الذكاء الاصطناعي، وسلسلة الكتل، والعملات الرقمية، وإنترنت الأشياء، وحوسبة الكم، والحوسبة الطرفية، والمركبات ذاتية القيادة، والميتافيرس.

وخلصت الدراسة إلى أن هذه التقنيات لها فوائد واعدة على مستوى الدول والأفراد، كما أنه قد يترتب على تبنيها بعض المخاطر التي يجب الاستعداد لها والعمل على تجنبها أو تخفيف آثارها.

الذكاء الاصطناعي

يُوظَّف الذكاء الاصطناعي لغرض أتمتة المهام اليومية أو تعزيز القدرات البشرية، ويتوقع أن يسهم دور الأتمتة في تحقيق الحكومة الفيدرالية الأمريكية وفورات بمقدار (1.3) مليار ساعة عمل، وأن تقنيات تعزيز القدرات باستخدام الذكاء الاصطناعي قد خلقت سوقاً تقدر قيمته بـ (10.8) تريليون ريال سعودي ووفّرت ما يزيد عن (6) مليارات ساعة عمل في عام 2021م عالمياً. ويعد التحيز أحد التحديات التي تعاني منها تقنيات الذكاء الاصطناعي الحالية، كما يشكل التزييف العميق، والهجمات السيبرانية، والأسلحة الذاتية، وخسارة الوظائف مخاطر يجب التنبه لها.

سلسلة الكتل

يستفيد القطاع المالي من سلسلة الكتل لإنشاء عملات رقمية وبناء شبكة معلومات بين البنوك. كما يمكن الاستفادة من هذه التقنية في تطوير سلسلة التوريد وإتاحة التدقيق وتحسين العمليات. وبحلول عام 2023م فإنه من المتوقع أن تستخدم سلسلة الكتل في التأكد من مصداقية (30%) من المحتوى المرئي والأخبار العالمية، كما يتوقّع أن يستمر نمو الإنفاق على سلسلة الكتل بوتيرة قوية وبمعدل نمو سنوي مركب يبلغ (46.4%) ليصل إلى ما يقارب (67) مليار ريال سعودي في عام 2024م. وعلى الرغم من المزايا المتوقعة لهذه التقنية، إلا أنها لازالت تستهلك كميات ضخمة من الطاقة ينتج عنها تأثيرات بيئية سلبية.

العملات الرقمية

أطلقت (10%) من البنوك المركزية حول العالم مشاريع تجريبية لاستخدام العملات الرقمية وكان في مقدمتهم البنك المركزي الصيني الذي طور اليوان الرقمي. وفي الوقت ذاته تعمل المنظمات المالية الدولية كصندوق النقد الدولي والبنك الدولي وبنك التسويات الدولية على إضفاء الطابع الرسمي في الأنظمة المصرفية لاستخدام العملات الرقمية الصادرة عن البنوك المركزية، ومن المتوقع أن تكتمل الأطر التنظيمية للعملات المشفرة بنهاية عام 2022م. وفتحت العملات المشفرة آفاقاً جديدة للشركات الناشئة للحصول على رأس مال ابتدائي وهو ما يطلق عليه الطرح الأولي للعملات، ومع أن هذه الطريقة قد تُسهم في دفع عجلة الابتكار لدى الشركات الناشئة، فإنها تزيد أيضاً من مخاطر الاحتيال والتلاعب، لأن أسواق هذه الأصول أقل تنظيماً من أسواق رأس المال التقليدية. وتعاني العملات الرقمية بصفة عامة من إمكانية الاختراق وصعوبة تقفي أثر المستخدمين، بالإضافة إلى غياب الجهات التنظيمية المركزية، مما يجعلها بيئة خصبة للتعاملات غير القانونية.

إنترنت الأشياء

تعد تقنية إنترنت الأشياء ركيزةً أساسية لإنشاء الشبكات الذكية للكهرباء والمياه والغاز، إذ تجمع أجهزة الاستشعار بيانات استخدام العملاء لتمكين نظام التحكم المركزي من تحسين أدائه. ومن المتوقع أن تولد المصانع تأثيراً اقتصادياً إيجابياً بأكثر من (4.5) تريليون ريال سعودي عند اعتمادها على إنترنت الأشياء كل عام بدءاً من 2025م. وأظهرت إحصائية أجريت في 2019م أن ما يقارب (20%) من سكان الولايات المتحدة الأمريكية يستخدمون ساعة ذكية أو جهاز لتتبع اللياقة البدنية، ومن المتوقع أن يصل عدد الأجهزة التي تدعم تقنية إنترنت الأشياء حول العالم إلى (55.7) مليار جهاز بحلول عام 2025م. كما تجدر الإشارة إلى أن هذه التقنية تعاني من مخاطر أمنية قد تعرضها للاختراق، ومخاطر تهدد الخصوصية لاسيما في حال جمع المستشعرات لبيانات شخصية.

حوسبة الكم

تُستخدم قدرات حوسبة الكم لتسريع عمليات اكتشاف الأدوية، وتسريع التحليلات المالية، وتحسين العمليات اللوجستية. وعلى الرغم من الكفاءة العالية لحوسبة الكم فإنها قد تُسخَّر لتطبيقات ضارة، كاستخدامها في علم الكيمياء لتطوير مواد خطيرة ضارة بالبشر، أو لصناعة عتاد حربي يزيد من القوة التدميرية، كما يمكن دمج حوسبة الكم والذكاء الاصطناعي لتنفيذ هجمات سيبرانية سريعة ذات مدى واسع وضرر كبير مما يجعل حوسبة الكم خطراً رئيساً أمام أغلب خوارزميات التشفير المستخدمة حالياً.

الحوسبة الطرفية

تعد وسائل النقل الحديثة أحد التطبيقات المحتملة لتقنية الحوسبة الطرفية نظراً إلى حاجتها إلى اتخاذ قرارات في وقت قصير لا يحتمل انتظار الرد من الخدمات السحابية. وتستخدم الحوسبة الطرفية في الأجهزة القابلة للارتداء كأجهزة تتبع اللياقة البدنية وأجهزة مراقبة الجلوكوز والساعات الذكية، إذ يمكن لبعض هذه الأجهزة تحليل بيانات النبض أو أنماط النوم محلياً دون الاتصال بالسحابة، كما يمكن للحوسبة الطرفية أن تسهم في رفع سقف الأمان نظراً إلى قلة الحاجة إلى نقل البيانات وتخزينها في خوادم بعيدة، ومن المتوقع أن ترتفع قيمة سوق البنية التحتية للحوسبة الطرفية إلى (2.6) تريليون ريال سعودي بحلول عام 2028م. وهناك عدة تحديات تواجهها الحوسبة الطرفية من أهمها المخاطر الأمنية في حال ارتباطها بالحوسبة السحابية.

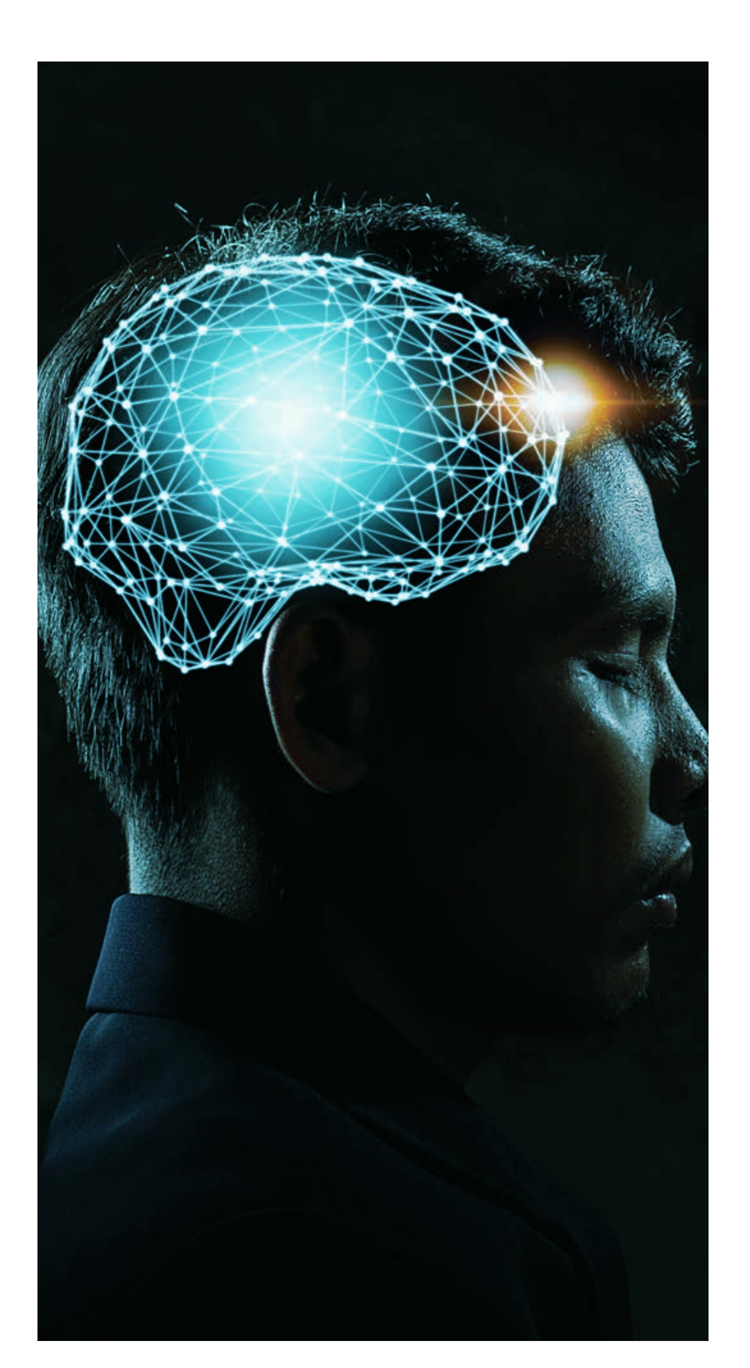
المركبات ذاتية القيادة

من المتوقع أن تُسهم المركبات ذاتية القيادة في تخفيف الازدحام المروري وتحسين جودة الحياة وتحقيق درجات سلامة عالية. وبالنظر في مستقبل المركبات ذاتية القيادة برؤية تفاؤلية فإنه من المتوقع أن تصبح آمنة وموثوقة بحلول عام 2025م، وقد تكون متاحة تجارياً في عدد من المناطق بحلول عام 2030م. ومن المتوقع أن يكون لصناعة المركبات ذاتية القيادة دور في خلق كثير من الفرص الوظيفية، إذ يُقدّر تقرير حديث صادر عن معهد السياسة الاقتصادية أن يسهم التحول إلى المركبات ذاتية القيادة إلى خلق أكثر من (150) ألف وظيفة في الولايات المتحدة بحلول عام 2030م، ويُشير تقرير آخر صادر عن الحكومة البريطانية إلى أن صناعة تقنيات المركبات ذاتية القيادة قد تخلق حوالي (38) ألف وظيفة جديدة في المملكة المتحدة.

الميتافيرس

تُعد تقنية الميتافيرس في الوقت الحالي واحدة من أبرز الموضوعات المتداولة في المجتمع التقني، إذ تعمل مجموعة من الشركات على تطوير هذه التقنية وتشكيل مستقبلها. وتسعى عدة حكومات إلى إطلاق مبادرات للدخول في عالم الميتافيرس بما يتواءم مع توجهات كل دولة وريادتها التقنية. ويعتقد بعض الباحثين أن ازدهار هذه

التقنية سيبدأ خلال السنوات الخمسة المقبلة مع انتشار الأجهزة المساندة لها التي دخلت اليوم مراحل التطوير السريع، فقد تلقت أجهزة الواقع الافتراضي ازدياداً في الطلبات بنسبة (52%) في الربع الأول من 2021م مقارنة بـ 2020م، ومن المتوقع أن يصل معدل النمو السنوي المركب (CAGR) في السنوات الخمسة المقبلة إلى (39%)، كما يتوقع محللون أن تقترب الإيرادات العالمية لتقنية الميتافيرس من (3) تريليونات ريال سعودي في عام 2024م.





if (it != WINDOW_TO_MODEL.end()) {
return 1;
}
}
}
break;
}
case WM_CLOSE: {
DestroyWindow(hWnd);
PostQuitMessage(0);
return 0;
}
case WM_DESTROY: {
PostQuitMessage(0);
break;
}



محتويات



مقدمة

تحرص الدول على الاهتمام بتبني التقنيات الحديثة وتطويرها لما لها من آثار إيجابية على الازدهار الاقتصادي والاجتماعي، إضافة إلى القوة العسكرية والسيادة السياسية لذا شهد العالم نمواً متسارعاً في أعداد التقنيات الحديثة المعتمدة على البيانات والذكاء الاصطناعي التي أسهم بعضها بصورة رئيسية في تحسين الحياة اليومية للأفراد والمؤسسات، ونظراً لأهمية هذه التقنيات كان لزاماً دراستها واستشراف استخداماتها وتجاوز تحدياتها والاستعداد لمخاطرها المستقبلية.

تهدف هذه الدراسة إلى استعراض أبرز التقنيات الحديثة المعتمدة على البيانات والذكاء الاصطناعي الموجودة اليوم، وتقديم لمحة تاريخية عنها، والإشارة إلى بعض حالات استخدامها وأبرز التحديات التي تواجهها والمخاطر التي قد تنجم عنها وتوقعات عن مدى تبنيها في المستقبل.

وتشمل الدراسة التقنيات الآتية: الذكاء الاصطناعي، وسلسلة الكتل، العملات الرقمية، وإنترنت الأشياء، وحوسبة الكم، والحوسبة الطرفية، والمركبات ذاتية القيادة، والميتافيرس.


IDEA
BUSINESS
SOCIAL
TECHNOLOGY
CONNECT
DIGITAL
CONNECTION
INTERNET
CONNECT
DIGITAL
CONNECT
MARKET


MODEL
R-12

الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي

يشـهد العالـم اليـوم وفـرة غيـر مسـبوقة فـي البيانـات الرقميـة، إضافـةً إلـى تطـور متسـارع فـي القـدرات الحاسـوبية التـي مكَّنـت معالجـة تلـك البيانـات الضخمـة وبنـاء خوارزميـات حاسـوبية تحاكـي القـدرات البشـرية، مما أسهم فـي ظهـور تقنيـات الـذكاء الاصطناعـي (Artificial Intelligence).

نبذة تعريفية

لا يوجد تعريف متفق عليه للذكاء الاصطناعي، ولكن بصورة عامة يمكن تعريفه بأنه مجال من مجالات علوم الحاسب يركز على بناء أنظمة قادرة على أداء مهام تتطلب عادةً ذكاءً بشرياً، مثل: التعلُّم والاستدلال والتطوير الذاتي. ويُطلق عليه أيضاً "ذكاء الآلة"، وبالنظر إلى تطبيقاته الحديثة القائمة على البيانات، يمكن تعريفه أيضاً بأنه أنظمة حاسوبية تستخدم تقنيات قادرة على جمع البيانات واستخدامها للتنبؤ أو التوصية أو اتخاذ القرار – بمستويات متفاوتة من التحكم الذاتي – واختيار أفضل إجراء لتحقيق أهداف محددة[1]، ويصنف الذكاء الاصطناعي بحسب قدراته إلى ثلاثة أنواع مختلفة على النحو الآتي:

- **الذكاء الاصطناعي الضيق (Artificial Narrow Intelligence)**

وقد يسمى الذكاء الاصطناعي الضعيف ويُطلق على الأنظمة القادرة على تنفيذ مهام محددة وواضحة كالتعرف على الصور ولعب الشطرنج وغيرها.

- **الذكاء الاصطناعي العام (Artificial General Intelligence)**

وقد يسمى بالذكاء الاصطناعي القوي ويُطلق على الأنظمة القادرة على أداء مهام متعددة في بيئات مختلفة، والقادرة على التفكير والتحليل والتخطيط بصورة مشابهة للبشر.

- **الذكاء الاصطناعي الخارق (Artificial Super Intelligence)**

وهـي الأنظمـة التـي تمتلـك قـدرات تفـوق الـذكاء البشـري، ويمكنها أداء المهام بطريقـة أفضـل مـن الإنسـان المتخصـص.

ويُعد الذكاء الاصطناعي الضيق هو النوع المطبق حالياً، وأما العام والخارق فما زالا أفكاراً نظرية. ويندرج تحت الذكاء الاصطناعي عدة مجالات من أشهرها تقنيات تعلم الآلة (Machine Learning)، ويمكن تقسيم تقنيات تعلم الآلة اعتماداً على طريقة تدريب نموذج التعلم إلى ثلاثة أقسام وهي:

- **التعلم الموجّه (Supervised Learning)**

التدريب باستخدام بيانات مصنفة.

- **التعلم غير الموجّه (Unsupervised Learning)**

التدريب باستخدام بيانات غير مصنفة.

- **التعلم المعزز (Reinforcement Learning)**

التدريب باستخدام فكرة الثواب والعقاب.

وتعتمـد الكثيـر مـن تطبيقـات الـذكاء الاصطناعـي الحديثـة علـى التعلـم العميـق (Deep Learning) الـذي يُعـد أحـد أبـرز مجـالات تعلـم الآلـة اليـوم.

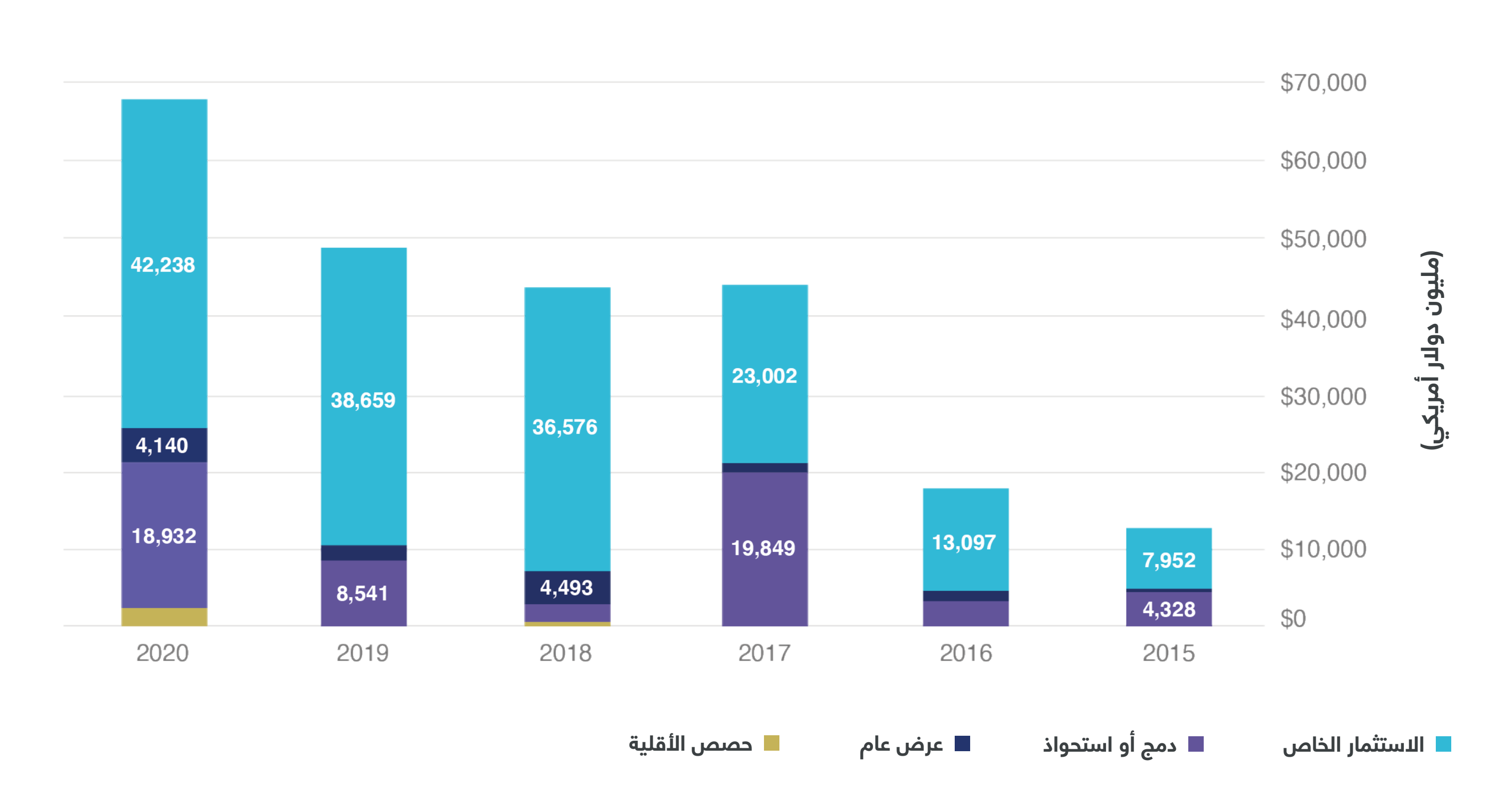
لمحة تاريخية

تعـود تسـمية مصطلـح الـذكاء الاصطناعـي إلـى عالـم الحاسـب جـون مكارثـي (John McCarthy) فـي عـام 1956م، إلا أن الاهتمـام بالـذكاء الاصطناعـي كان قـد بـدأ قبـل ذلـك فـي عـام 1943م عندمـا قـدم عالـم الأعصـاب وارن ماكولوتـش (Warren McCulloch) وعالـم الرياضيـات والتـر بيتـس (Walter Pitts) ورقـة علميـة لأول شـبكة عصبيـة قـادرة علـى معالجـة عمليـات منطقيـة مبسـطة، ثـم نشـر عالـم الرياضيـات كلـود شـانون (Claude Shannon) فـي عـام 1950م مقالـة تتحـدث عـن طريقـة تطويـر برنامـج حاسـوبي للعـب الشـطرنج. وقـدم العالـم الرياضـي آلـن تورينـغ (Alan Turing) فـي

العام ذاته اختبار تورينغ الذي يعد طريقة لتحديد ما إذا كان الحاسب قادراً على التفكير كالإنسان أم لا. وفي عام 1952م طور آرثر صمويل (Arthur Samuel) أول برنامج حاسوبي يتعلم من تلقاء نفسه، وصاغ العالم ذاته في عام 1959م مصطلح تعلم الآلة، ثم تلى ذلك فترات من الازدهار والركود في مجال الذكاء الاصطناعي حتى جاء عام 1997م عندما فاز أول برنامج حاسوبي للعب الشطرنج على بطل العالم في الشطرنج آنذاك.

وفي عام 2010م بدأت ثورة التعلم العميق نظراً للازدياد في أحجام البيانات والتقدم في القدرات الحاسوبية. ويوضح **شكل 1** استثمارات الشركات العالمية في الذكاء الاصطناعي من عام 2015م إلى عام 2020م، إذ ارتفعت استثمارات الشركات العالمية في الذكاء الاصطناعي إلى (68) مليار دولار (أي ما يقارب 255 مليار ريال سعودي) في عام 2020م، بزيادة قدرها (40%) عن العام السابق[2].

شكل 1: استثمارات الشركات العالمية في الذكاء الاصطناعي بين عامي 2015م و2020م



حالات الاستخدام

تنوعت استخدامات الذكاء الاصطناعي حتى بلغت أكثر من (300) حالة استخدام في عام 2017م بحسب تقرير صادر عن بي دبليو سي (PwC)[3]، ويمكن تصنيف استخدامات الذكاء الاصطناعي بحسب الهدف من تبنيها إلى: أتمتة المهام أو تعزيز القدرات.

أتمتة المهام

تهدف الكثير من تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى أتمتة المهام الروتينية؛ للمساعدة في توفير الوقت والجهد كالعمليات الصناعية وإدارة المستودعات والنقل[4]. وذكر تقرير صادر عن ديلويت (Deloitte) أن الأتمتة قد توفر على الحكومة الفيدرالية الأمريكية (1.3) مليار ساعة عمل[5].

تعزيز القدرات

يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتعزيز قدرات العاملين ودعمهم في اتخاذ القرارات في المجالات المختلفة كالمجال الطبي والتعليمي والاقتصادي والطاقة. وتوقّع تقرير صادر عن جارتنر (Gartner) بأن تخلق تقنيات تعزيز القدرات باستخدام الذكاء الاصطناعي قيمة مالية تقدر بـ (2.9) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 10.8 تريليون ريال سعودي)، وتوفّر ما يزيد عن (6) مليارات ساعة عمل في عام 2021م[6].

مخاطر

يرافق تبني الذكاء الاصطناعي عدد من المخاطر كالتحيز والهجمات السيبرانية والتزييف العميق والأسلحة ذاتية العمل والبطالة.

التحيز

يُعد تحيز خوارزميات الذكاء الاصطناعي أحد أهم مخاطر الذكاء الاصطناعي، إذ تتغير النتائج بناء على الجنس أو العرق أو اللون، الأمر الذي يشكّل خطراً عند اعتماد هذه الخوارزميات خاصة في القطاعات الحساسة كالأمن والصحة والقضاء والقطاعات المالية.

الهجمات السيبرانية

قد يُستخدم الذكاء الاصطناعي للبحث عن ثغرات برمجية بهدف الاختراق وشن هجمات إلكترونية ينتج عنها أضرار ربما تصل إلى خسائر في الأرواح، خاصة إذا استهدفت قطاعات حيوية كالنقل والمواصلات أو أنظمة المستشفيات.

التزييف العميق

يعد التزييف العميق (Deepfake) من تقنيات الذكاء الاصطناعي التي أثارت قلقاً بالغاً في الآونة الأخيرة، إذ أنها قادرة على خلق صور أو مقاطع مرئية غير حقيقية يصعب إدراك زيفها. وتكمن خطورة هذه التقنية في إمكانية استخدامها لنشر أخبارٍ ومعلوماتٍ غير حقيقية مما قد يؤثر على الرأي العام، أو يلحق الضرر بشخصيات مشهورة. ويتوقع تقرير صادر عن جارتنر أنه خلال السنوات القليلة المقبلة ستعتمد (20%) من هجمات الهندسة الاجتماعية على تقنيات التزييف العميق[7].

الأسلحة ذاتية العمل

يجري حالياً تطوير أسلحة ذاتية التشغيل تعتمد على الذكاء الاصطناعي وتدرك محيطها وتتمتع بدقة عالية في إصابة الأهداف. ووفقاً لبعض الخبراء فإنها ستخلق "ثورة ثالثة" في الحرب بعد البارود والأسلحة النووية. وتعمل عدة دول في تطوير هذة الأسلحة وفي مقدمتها الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والصين.

البطالة

يعد إحلال الآلة محل الإنسان من أهم مخاطر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي لأتمتة الأعمال الروتينية، إذ يتوقع تقرير مستقبل الأعمال 2020م الصادر عن منتدى الاقتصاد العالمي



أن الـذكاء الاصطناعـي سيخلق (97) مليـون وظيفـة وسيحل محـل (85) مليـون وظيفـة بحلـول عـام 2025م[8]، وأنـه خـلال الخمـس السـنوات المقبلـة سـتحل أنظمـة الـذكاء الاصطناعـي محـل (6%) مـن القـوى العاملـة، بينمـا سـيضطر (47%) مـن القـوى العاملـة لتعلـم مهـارات جديـدة تمامـاً[9].

توقعات مستقبلية

وصـف عالـم الـذكاء الاصطناعـي أنـدرو إنـج (Andrew Ng) الـذكاء الاصطناعـي بالكهربـاء الجديدة لعظـم أثره المتوقـع فـي المسـتقبل، إذ سـتصبح تطبيقاتـه جـزءاً مـن الحيـاة اليوميـة فـي كل النواحـي المختلفة بدءاً من تحضير الطعام وصولاً إلى العمل في المصانع. ويتوقـع تقريـر صـادر عـن جارتنـر أن يؤتمـت الـذكاء الاصطناعـي مـا نسبته (69%) من الأعمال الإدارية الروتينية بحلول عام 2024م[10]، كمـا يتوقـع تقريـر مـن بـي دبليـو سـي (PwC) أن يسـهم الـذكاء الاصطناعـي فـي الاقتصـاد العالمـي بمقـدار (15.7) تريليـون دولار أمريكـي (أي مـا يقـارب 58 تريليـون ريـال سـعودي) بحلـول عـام 2030م[3]. وسيصل سوق برمجيات الـذكاء الاصطناعي إلى ما يقرب مـن (134.8) مليـار دولار (أي مـا يقـارب 505 مليـار ريـال سـعودي) بحلول عام 2025م. كما سيتسارع نمو السوق من (14.4%) في عـام 2021 إلـى (31.1%) فـي عـام 2025م، متجـاوزاً بشـكل كبيـر النمـو الإجمالـي لسـوق البرمجيـات[11].



سلسلة الكتل



سلسلة الكتل

يعتمد الناس في أغلب تعاملاتهم المالية وغير المالية على أنظمة مركزية تدير هذه التعاملات وتضمن التزامهم بضوابطها، إلا أن هذه الأنظمة قد تكون عرضة للتعطل أو التوقف، بالإضافة إلى إمكانية تعرضها للاختراق والتزوير؛ لذا لجأ المطورون التقنيون إلى تطوير تقنية سلسلة الكتل (Blockchain) كأداة للتعاملات غير المركزية تمتاز بالمرونة والأمان.

نبذة تعريفية

تعرّف سلسلة الكتل على أنها إحدى تقنيات قواعد البيانات التي تسجل المعلومات وتخزنها ككتل مرتبطة معاً، وتتيح التقنية مشاركة البيانات المخزنة ومزامنتها بشكل مستمر مع أطراف الشبكة كالحواسيب التي تتواصل مع بعضها البعض لمعالجة المعلومات، وتتيح هذه التقنية حفظ البيانات بطريقة مقاومة للتعديل دون الحاجة إلى سلطة مركزية أو وسيط[12]. كما توفر تقنية سلسلة الكتل طريقة موزّعة لمعالجة البيانات تمكّن جميع الأطراف من الوصول إلى حالة إجماع دون الحاجة إلى طرف مركزي منظم، وتعتمد سلسلة الكتل على أربع تقنيات[13]:

- **التشفير غير المتماثل (Asymmetric Key Encryption)**

يُستخدم التشفير غير المتماثل للتعريف بهويات المستخدمين في سلسلة الكتل، فكل مستخدم يُعرّف بمفتاحين: مفتاح عام لتحديد عملياته في شبكة سلسلة الكتل، ومفتاح خاص لفك تشفير المعلومات المتبادلة.

- **تجزئة القيم (Hash Values)**

وهي طريقة رياضية لتحويل المدخلات إلى سلسلة مكونة من أحرف وأرقام دون السماح بعكس عملية التحويل. وتُستخدم هذه الطريقة الرياضية لتجزئة الكتلة (Block) بعد تكوينها من عدد من المعاملات.

- **أشجار ميركل (Merkle Trees)**

وهي طريقة رياضية قدمها رالف ميركل (Ralph Merkle) في عام 1980م للتغلب على مشكلة صعوبة تجزئة القيم عند ازدياد حجم قاعدة البيانات.

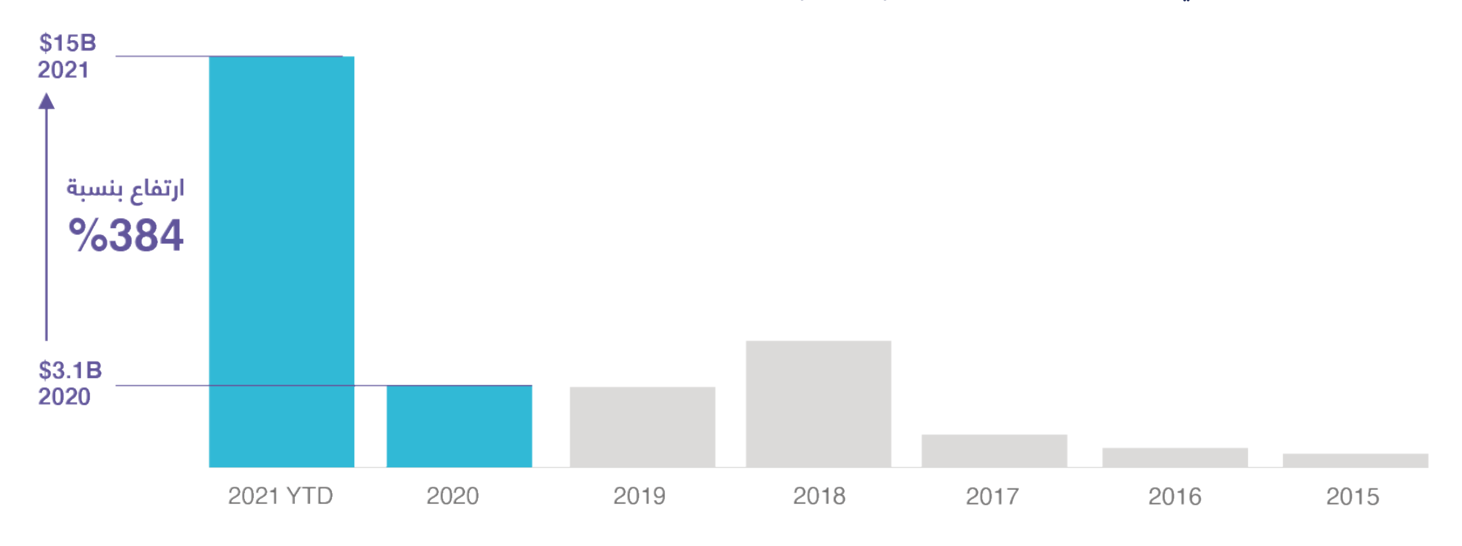
- **شبكات النظير للنظير (Peer-to-Peer Networks)**

هي قنوات اتصال تربط أجهزة الحاسب بعضها ببعض بصورة مباشرة لمشاركة الملفات دون الحاجة إلى طرف ثالث ينظّم العلاقة بينها، وتقوم هذه الشبكات بدور مبادلة حالة سلسلة الكتل مباشرةً كما تسمح أيضاً بتعدد نسخة البيانات في السلسلة، وذلك لكي لا تكون هناك نسخة واحدة للمعلومات يعتمد عليها جميع الأطراف.

لمحة تاريخية

حظيت تقنية سلسلة الكتل خلال العقد الماضي باهتمام المختصين لتسهيلها توثيق البيانات ومشاركتها بطريقة غير مركزية، ولديها ميزات تؤهلها لتصبح أساساً لنظم التخزين في المستقبل. ويعود أول اقتراح لاستخدام سلسلة الكتل كوسيلة لتخزين البيانات وحمايتها من التلاعب لعام 1991م، إلا أن أول تطبيق فعلي لها كان في عام 2009م مع بداية العملة الرقمية بيتكوين (Bitcoin). وفي عام 2015م بُنيت ثاني سلسلة كتل عامة أطلق عليها إيثريوم (Ethereum) والتي تختلف عن الأولى بقدرتها على تسجيل الأصول والعقود بالإضافة إلى العمليات المالية مما ساهم في نشأة ما يطلق عليه اليوم بالعقود الذكية (Smart Contracts)، وهي عقود تنفذ آلياً في حال تحقق شروطها[14]. وبحسب تقرير صادر عن شركة فورستر (Forrester)، فإن عام 2020م قد شهد ازدياداً في المشاريع الجادة لسلسلة الكتل، وترى الشركة أنه سيكتمل (30%) من هذه المشاريع في عام 2021م مع تشغيل غالبيتها على المنصات التجارية[15].

شكل 2: الاستثمارات في تقنية سلسلة الكتل حتى عام 2021م



وبلغ إجمالي استثمارات شركات سلسلة الكتل في النصف الأول من العام 2021م نحو (7) مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 26.25 مليار ريال سعودي)[16]، يوضح **شكل 2** أحجام الاستثمارات في تقنية سلسلة الكتل، إذ شهد عام 2021 ارتفاعاً بنسبة (713%) ليصل إلى 25.2 مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 94.5 مليار ريال سعودي)[17].

حالات الاستخدام

انتشرت حالات استخدام تقنية سلسلة الكتل في عدد من التطبيقات، من أمثلتها: البنية التحتية الحكومية، وتستخدم في الخدمات المالية وسلاسل التوريد وتوثيق الملكيات وقطاع التأمين.

البنية التحتية الحكومية

تسعى عدة دول إلى تبني سلسلة الكتل كبنية تحتية ممكنة لعدة تقنيات ناشئة، على سبيل المثال أطلقت الإمارات العربية المتحدة استراتيجيتها الخاصة بسلسلة الكتل في 2018م التي تهدف إلى النهوض بهذه التقنية على الصعيد الوطني وتمكين إنشاء صناعات جديدة، والدفع نحو تبني الحكومة لهذه التقنية على نطاق أوسع[18]. ونشرت الصين مؤخراً إرشادات لتسريع اعتماد تقنيات سلسلة الكتل لتكون جزءاً من استراتيجية التنمية الصناعية التي تهدف إلى زيادة استيعاب التقنيات الجديدة[19].

الخدمات المالية

يُعد قطاع الخدمات المالية من أكثر القطاعات استفادة من تقنية سلسلة الكتل، ففي عام 2019م اشتهرت عدة مشاريع للعملات المشفرة مثل: ليبرا (Libra) وكاليبرا (Calibra) وجي بي مورجن (J.P. Morgan)، بالإضافة إلى العملات الرقمية الصادرة عن البنوك المركزية (CBDCs) مثل البنك المركزي الأوروبي وبنك الشعب الصيني. والظاهر أن تأثير تقنية سلسلة الكتل على النظام المصرفي أو المؤسسات البنكية بصفة عامة هو أمر حتمي.

سلسلة التوريد

يمكن استخدام سلسلة الكتل لتتبع عمليات سلسلة التوريد كمصادر الغذاء والإمدادات الطبية بما في ذلك اللقاحات الطبية[20]، وترى شركة ديلويت أن سلسلة الكتل ستسهم بصورة رئيسية في تطور طرق إدارة سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية المستقبلية[21]. وتعمل بعض الشركات التقنية على تطوير خدمات تعتمد على سلسلة الكتل كشركة آي بي إم (IBM) التي طورت الشبكة التعاونية آي بي إم فود ترست (IBM Food Trust) لربط المزارعين وتجار التجزئة والموزعين وغيرهم عبر سجل موثوق يعزز الشفافية ويحسّن عمليات التتبع[22].

توثيق ملكية المنتجات الرقمية

نشأ في الآونة الأخيرة استخدام لتقنية سلسلة الكتل في توثيق ملكية المنتجات الرقمية بين مستخدمي الإنترنت، ويعتمد هذا التوثيق على الرموز غير القابلة للاستبدال (NFTs) وهي منتجات رقمية مشفرة تختلف عن العملات الرقمية في كون كل رمز فيها فريد بذاته ولا يمكن استبداله برمز آخر، بينما في العملات الرقمية — كما هو الحال في العملات الورقية — يمكن استبدال عينة العملة بعينة أخرى منها. وأسهم توثيق المنتجات الرقمية إلى نشأة أسواق ومزادات لتداولها بأسعار تتناسب طردياً وفقاً لندرتها، فعلى سبيل المثال وُثّقت أول تغريدة في منصة تويتر باستخدام الرموز غير القابلة للاستبدال، ثم بيعت بمبلغ (2.9) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 10.9 مليون ريال سعودي)[23].

قطاع التأمين

تستخدم شركات التأمين سلسلة الكتل لمنع الاحتيال في التأمين وتتبع السجلات الطبية وتقديم المطالبات. ويمكن أن تساعد سلسلة الكتل في القضاء على مصادر الاحتيال الشائعة في مجال التأمين، وتحقيق كفاءة أعلى في التأمين على الممتلكات والتأمين ضد الحوادث، وتشفير السجلات الطبية ومشاركتها بين مقدمي الخدمات الصحية، وتبسيط تدفق المعلومات والمدفوعات بين شركات التأمين وشركات إعادة التأمين[24].

مخاطر

ترتبط تقنية سلسلة الكتل بعدد من المخاطر كإمكانية الاختراق وخصوصية البيانات وتحدي التأثير البيئي.

إمكانية الاختراق

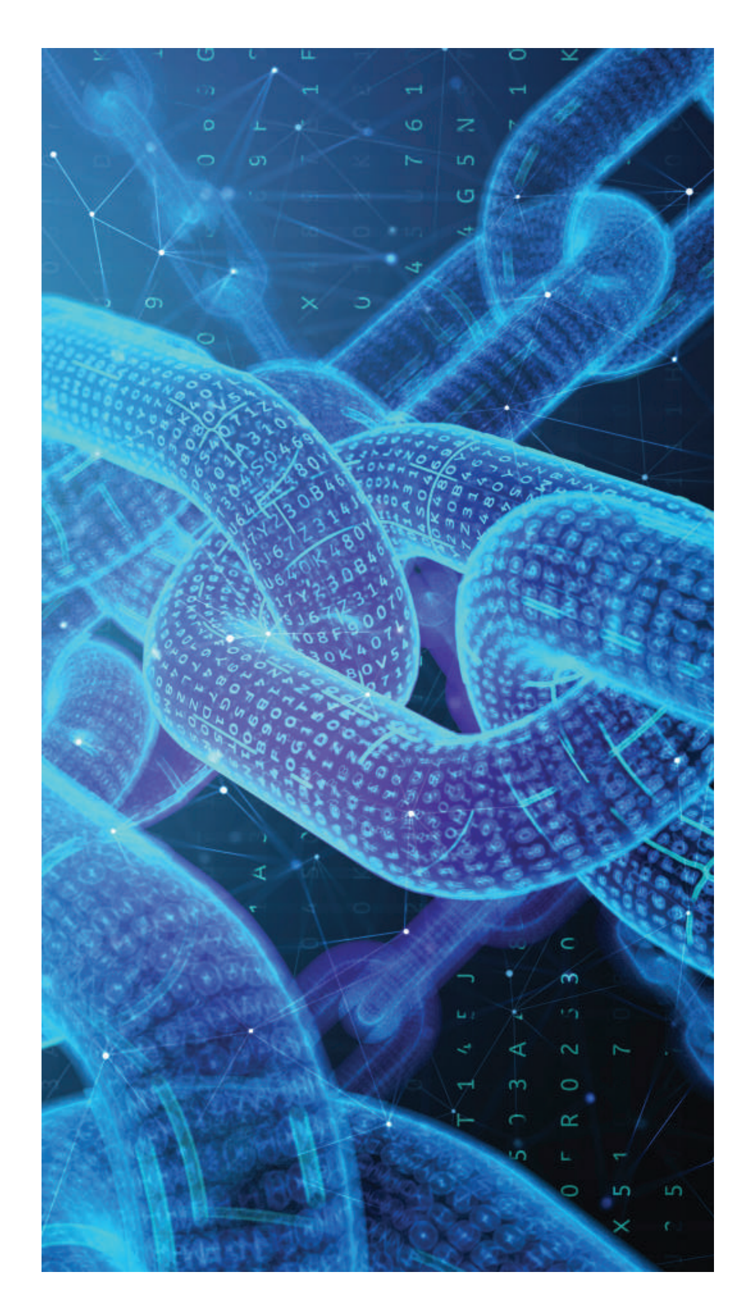
يُعد الكود البرمجي المستخدم لبناء سلسلة الكتل مفتوح المصدر وتعتمد عليه آلاف الخوادم، لذا قد يُستغَل لإيجاد ثغرات برمجية تساعد في اختراق هذه الخوادم[25]، وبلغ عدد الإختراقات المسجلة حتى الآن (43) إختراقاً نتج عنها فقدان ما يقارب (326) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 1.2 مليار ريال سعودي)[26].

خصوصية البيانات

تعد خاصية بقاء المعلومات وعدم قابلية تغييرها أحد ميزات سلسلة الكتل، إلا أن هذه الميزة قد تشكل خطراً على حقوق الملكية وخصوصية البيانات، فعلى سبيل المثال قد تستخدم سلسلة الكتل في تداول ملفات مخالفة لحقوق الملكية أو تحتوي على بيانات شخصية غير مسموح تداولها، وسيصعب حينئذ مسحها أو إيقاف انتشارها[27].

التأثير البيئي

تعتمد سلسلة الكتل في توثيق التعاملات على مبدأ إثبات العمل (proof-of-work) من أجهزة الحاسب بصورة مستمرة، ونتيجة لاستمرار التوثيق تستهلك أجهزة الحاسب كميات ضخمة من الطاقة ينتج عنها تأثيرات بيئية سلبية، فعلى سبيل المثال بلغت البصمة الكربونية السنوية لشبكة إثيريوم وحدها (17.6) ميجا طن من ثاني أكسيد الكربون في أبريل 2021م وتستهلك أكثر من (37)



تيراواط في الساعة من الكهرباء، وهو ما يعادل استهلاك الطاقة في بلغاريا[28]. وبحلول عام 2024م سيتطلب تعدين البيتكوين في الصين (297) تيراواط من الطاقة في الساعة، ويمثل ذلك ما يقرب من (5.4%) من انبعاثات الكربون الناتجة عن توليد الكهرباء في الصين[29]. وتعمل إثيريوم على الانتقال إلى توثيق التعاملات بمبدأ إثبات الحصة (proof-of-stake) لمعالجة هذا الخطر مما سيسهم في تخفيض استهلاك الطاقة بنسبة (99%)[30].

توقعات مستقبلية

على الرغم من حداثة ظهور تقنية سلسلة الكتل ومحدودية أثرها في حياتنا اليومية إلاّ أن التوجه إليها في ازدياد، إذ من المتوقع أن تصل استثمارات هذه التقنية وفق التوقعات إلى (16) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 60 مليار ريال سعودي) مع حلول عام 2023م[22]. كما تتوقع شركة جارتنر أنه وبحلول عام 2023م سيتم التأكد من مصداقية (30%) من محتوى الفيديو والأخبار العالمية بواسطة سلسلة الكتل[31]، وتتوقع آي دي سي (IDC) أن يزداد الإنفاق على سلسلة الكتل ليصل إلى ما يقارب (17.9) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 67 مليار ريال سعودي) في عام 2024م[32]. إضافةً لما سبق تشير التوقعات وفقاً لتقرير لشركة بي دبليو سي (PwC) أن تساهم سلسلة الكتل في خلق تأثير اقتصادي بحجم (1.7) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 6.3 تريليون ريال سعودي) في عام 2030م[33].



العملات الرقمية

العملات الرقمية

تـؤدي مؤسسـات القطـاع المالـي دوراً مهمـاً فـي تمكيـن وتسـهيل التعامـلات الماليـة، ولكـن مـع ازديـاد مسـتخدمي الإنترنـت وانتشـار التعامـلات المالية بواسطته، واجه عدد من المستخدمين صعوبات فـي تحويـل الأمـوال لا سـيما عنـد اختـلاف العمـلات. وفتحـت التقنيـات الناشـئة آفاقـاً جديـدة لتخطـي هـذه التحديـات والوصـول إلـى حلـول لرقمنـة العمـلات، لـذا طُـوِرت عـدة أنـواع مـن العمـلات الرقميـة (Digital Currencies) بعضهـا انتشر استخدامها، وبعضهـا الآخـر واجـه معارضـات مـن الحكومـات.

نبذة تعريفية

العملات الرقمية هي نقود موجودة بصورة إلكترونية وقد تكون متاحة بصورة مادية، وغالباً ما تحتوي على بعض خصائص العملات كمخزن للقيمة أو وحدة حساب أو وسيط تبادل[34]. وعلى الرغم من أن العملات الرقمية ليست جديدة على الاقتصادات الحديثة، إلا أنها سهلت اليوم التحويلات الفورية من طرف إلى آخر عبر الدول بطريقة كانت شبه مستحيلة في السابق[35]. ينبثق من العملات الرقمية مجموعة فرعية يطلق عليها العملات المشفرة (Cryptocurrency) وهي عملات رقمية تستخدم خوارزميات التشفير لمنع تزويرها[36]، ومع أن العملات المشفرة هي أحد أنوع العملات الرقمية، إلا أن بينهما بعض الاختلافات التي يمكن تلخيصها في الآتي[35]:

نموذج الإدارة

تدار كثير من العملات الرقمية بطريقة مركزية لكي تكون هناك سلطة واحدة تنظم التعاملات بين الأطراف، بينما تدار العملات المشفرة بطريقة لا مركزية بالاعتماد على سلسلة الكتل.

هوية المستخدمين

يتطلب استخدام العملات الرقمية تعريفاً بالمستخدم بواسطة تقديم وثائق ثبوتية، بينما لا يتطلب استخدام العملات المشفرة تلك الوثائق في بعض الأحيان.

الشفافية

تتسم العملات الرقمية بزيادة الشفافية فيها مقارنة بالعملات المشفرة، إذ لا يمكنك الاطلاع على التحويلات المالية الخاصة بالمستخدمين، بخلاف الحال في العملات المشفرة التي يمكن للجميع تتبع أي تعاملات أجريت لأي مستخدم.

تصحيح التعاملات

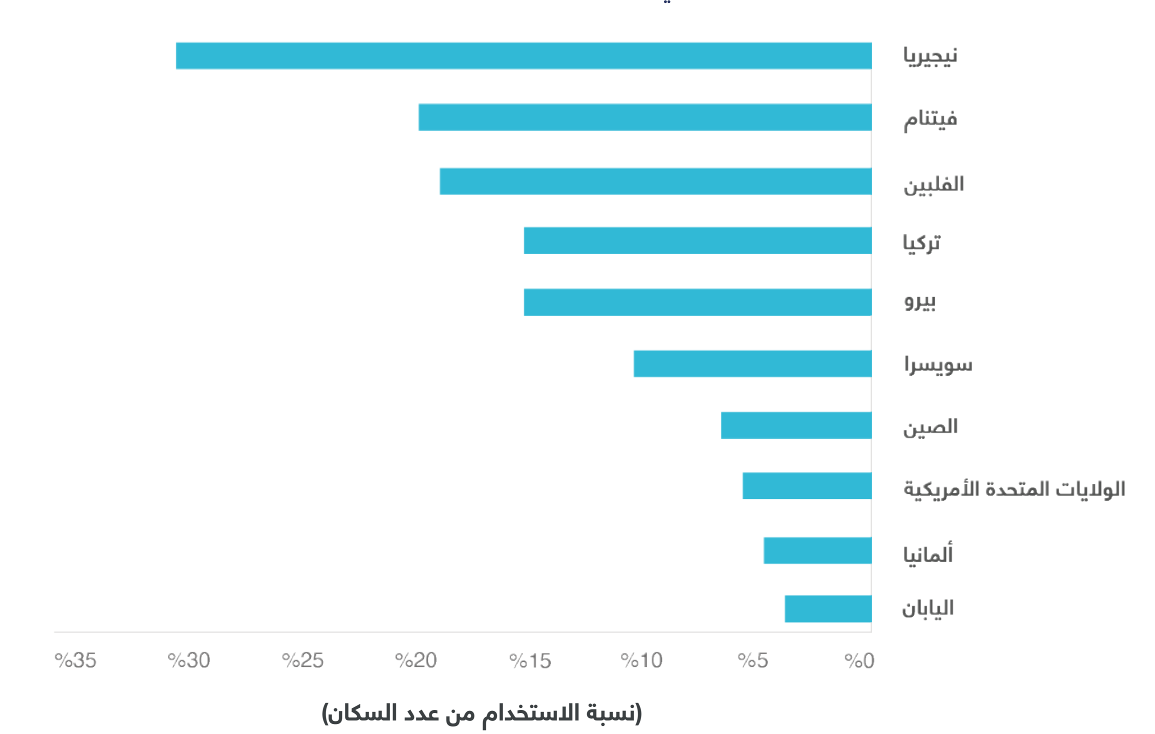
العملات الرقمية لها سلطة مركزية تتعامل مع القضايا ويمكنها إلغاء أو تجميد التعاملات بناءً على طلب أحد الأطراف أو السلطات الأمنية عند الاشتباه في وجود احتيال أو غسيل أموال، أما في العملات المشفرة فتُنظم التعاملات من المستخدمين، ومن غير المرجح أن يوافق جميع الأطراف على تعديلات في سلسلة الكتل على الرغم من وجود بعض السوابق مثل التعديلات التي حدثت لاستعادة الأموال بعد اختراق ذا داو (The DAO).

لمحة تاريخية

تعود أولى محاولات رقمنة العملات إلى عالم التشفير ديفيد تشاوم (David Chaum) الذي أنشأ عملته دجي كاش (DigiCash) في عام 1990م لتكون أول عملة مشفرة[37]، ولقلة مستخدمي الإنترنت آنذاك لم تنتشر هذه العملة على نطاق واسع مما نتج عنه إعلان إفلاسها في عام 1998م. وفي عام 1996م انتشرت العملة الرقمية إي جولد (E-gold) التي استخدمها الملايين وحققت نجاحاتٍ كبيرة، لكن الحكومة الأمريكية أوقفت هذه العملة ومنعت التعامل بها في عام 2007م بسبب انتشار استخدامها بين المخترقين واللصوص[38]، واستطاعت الحكومة الأمريكية إيقاف هذه العملة لكونها عملة مركزية تديرها شركة تجارية. وفي عام 2009م، نشر كاتب مجهول سمَّى نفسه ساتوشي ناكاموتو (Satoshi Naka-moto) ورقة علمية تصف تقنية سلسلة الكتل كوسيلة لإنشاء العملات المشفرة[36]. وظهرت عملة البتكوين (Bitcoin) في العام

ذاته كعملة لا مركزية يصعب إيقافها أو معرفة الهوية الحقيقية لمطورها. وأسهمت الأزمة المالية عام 2008م في تعزيز استخدام هذه العملة بعد أن فقد الكثير من الناس الثقة في البنوك كطرف ثالث لإدارة أموالهم[39]، وتسبب هذا التوجه إلى ظهور صرافات آلية مخصصة لعملة البيتكوين المشفرة حتى وصل عدد أجهزة الصراف الآلي إلى أكثر من (14,000) جهاز مطلع 2021م[40]. وتعد السلفادور أول دولة تعتمد البتكوين كعملة وطنية لها، إذ أطلقت الحكومة محفظة رقمية ونشرت أجهزة الصرف الآلي، إلا أن الخدمة واجهت عدة تحديات تقنية فاق عددها قدرة الدعم الفني الحكومي، بالإضافة إلى أثر التغيّر في أسعار البيتكوين[41]. وأتاح موقع بي بال (PayPal) مؤخراً خيار الدفع باستخدام العملات الرقمية كالبيتكوين وإيثريوم وهي خطوة يمكن أن تعزز استخدام الأصول الرقمية في التجارة اليومية بصورة كبيرة[40]. ويوضح **شكل 3** ترتيب مستخدمي العملات الرقمية بحسب الدولة، إذ جاءت دولة نيجيريا في المرتبة الأولى ويليها دولة فيتنام، بينما جاءت اليابان في المرتبة الأخيرة[42]. تحولت المحافظ الرقمية على مدى السنوات العشر الماضية من خيار دفع لبعض التطبيقات إلى مصدر رئيسي للإنفاق، إذ مثلت هذه المحافظ (22%) من مصادر الإنفاق على مستوى العالم في عام 2019م[43]. ويدرس اليوم أكثر من (70%) من البنوك المركزية في العالم إمكانية إطلاق عملات رقمية وطنية تسهم في التقليل من الاعتماد على البنوك التجارية باعتبارها الواجهة الرئيسية لإدارة الأموال[44].

شكل 3: ترتيب الدول بحسب نسبة مستخدمي العملات الرقمية فيها



حالات الاستخدام

من أبرز حالات استخدام العملات الرقمية: العملات الرقمية الوطنية، والعملات المستقرة، والطرح الاولي للعملات.

العملات الرقمية الوطنية

تعمل اليوم السلطات المالية الدولية وخاصةً دول مجموعة العشرين (G20) على صياغة المعايير الرسمية لتنظيم وإصدار العملات الرقمية الوطنية، إذ تعمل المجموعة مع صندوق النقد الدولي (IMF) والبنك الدولي (World Bank) وبنك التسويات الدولية (BIS) على إضفاء الطابع الرسمي في استخدام العملات الرقمية الصادرة عن البنوك المركزية (CBDCs)[45]. وأشارت دراسة حديثة صادرة عن بنك التسويات الدولية أن أكثر من (40%) من البنوك المركزية حول العالم قد انتقلت من مرحلة البحث إلى مرحلة بناء المنتج، وأن (10%) منهم بدؤوا مشاريع تجريبية[46]. ويوضح **شكل 4** جهود الدول في تبني العملات الرقمية الوطنية، إذ أطلقت (11) دولة عملاتها الرقمية الوطنية، وتُجري (14) دولة التجارب على هذه العملات[47].

العملات المستقرة

تعاني العملات المشفرة من التغيرات المفاجئة في أسعارها مما تسبب في تباطؤ تبنيها كوسيلة دفع معتمدة لدى عدة شركات. لذا لجأ المطورون إلى إنشاء عملات مشفرة ترتبط بأصول ذات أسعار مستقرة نسبياً كالدولار الأمريكي والذهب[48]. وكانت شركة فيسبوك (Facebook) قد كشفت عن إنشاء عملة ليبرا (Libra) عام 2019م وذلك بهدف أن تصبح عملة عالمية مستقرة، إلا أن العملة واجهت رفضاً من صناع القرار والبنوك المركزية في جميع أنحاء العالم مما تسبب في تأخير إطلاقها ثم إيقاف العمل عليها. وفي النصف الأول من عام 2022م أقر البرلمان الياباني إطاراً قانونياً للعملات الرقمية المستقرة في البلاد، سيدخل حيز التنفيذ خلال عام مما يوفر أماناً للمستثمرين. وصرحت مجموعة ميتسوبيشي يو إف جي المالية (MUFG) التي تعد من أكبر المؤسسات المالية هناك عن خططها لإصدار عملتها الرقمية المستقرة تحت اسم بروجمات كوين (Progmat Coin).

الطرح الأولي للعملات

لجأت الشركات الناشئة خاصةً التقنية منها إلى استخدام العملات الرقمية بهدف جمع الأموال وزيادة رأس المال، وذلك عن طريق الطرح الأولي للعملات (ICO)، إذ أصبح بإمكان الشركات الناشئة طرح عملات مشفرة للشراء مقابل مبالغ زهيدة، ولكن في حال نجاح الشركة وارتفاع قيمتها السوقية، ترتفع قيمة هذه العملات مما سيعود بالنفع على المشتري[49]. على سبيل المثال، بلغ إجمالي ما جُمِع عند طرح عملة إي أو إس (EOS) حوالي (4) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 15 مليار ريال سعودي)[50].

مخاطر

نشأت بعض المخاطر التي يجب الانتباه لها نظراً إلى حداثة هذا النوع من العملات وعدم وجود سلطة مرجعية للعملات المشفرة، ومن أبرزها: إمكانية الاختراق، والتعاملات المشبوهة، وإمكانية التحايل والتلاعب، واستنزاف الطاقة:

إمكانية الاختراق

على الرغم من تطور تقنيات التشفير المستخدمة في العملات الرقمية إلا أنها معرضة لخطر الهجمات السيبرانية خاصة في غياب الأطر القانونية والتنظيمية، فعلى سبيل المثال استولى مجموعة من المخترقين من كوريا الشمالية في عام 2018م على (250) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 937.5 مليون ريال سعودي) ولم تستطع السلطات الأمنية استعادة هذه السرقات[43]، إلا أن بعض الجهات الأمنية استطاعت الوصول إلى طريقة لاسترداد العملات المشفرة في حال سرقتها، إذ أعلنت وزارة العدل الأمريكية نجاحها

في استرداد حوالي (2.3) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 8.6 مليون ريال سعودي) من أصل (4.3) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 16.1 مليون ريال سعودي) دفعتها شركة كولونيال بايبلاين (Colonial Pipeline) لقراصنة هجوم فدية.

التعاملات المشبوهة

إخفاء الهوية في العملات الرقمية يجعل منها وسيلة مناسبة لتبادل الأموال المستخدمة في العمليات النقدية المشبوهة والإجرامية، وعلى الرغم من أن منصات تداول العملات المشفرة مطالبة بالالتزام بقوانين مكافحة غسيل الأموال، إلا أنه يوجد بعض المنصات التي قد تمكن مستخدميها من التداول دون إثبات لأصول العملات التي يملكونها. وتشير دراسة صادرة عن تشينااليسس (Chainalysis) أن إجمالي أنشطة غسيل الأموال بالعملات المشفرة في عام 2019م قد يصل إلى (2.8) مليار دولار (أي ما يقارب 10.5 مليار ريال سعودي)[51]، وكشفت وزارة العدل الأمريكية في أغسطس 2020م عن (3) عمليات تمويل للإرهاب تمت عن طريق البتكوين[52].

إمكانية الاحتيال والتلاعب

على الرغم من أن الطرح الأولي للعملات قد يسهم في دفع عجلة الابتكار لدى الشركات الناشئة، فقد يكون عدد منها عمليات احتيال ينتج عنها خسارة للكثير من الاستثمارات. وتشير دراسة بحثية إلى أن (10%) من استثمارات الطرح الأولي للعملات فقدت بسبب الاحتيال[53].

استنزاف الطاقة

يتطلب تعدين العملات المشفرة كماً هائلاً من الطاقة الكهربائية مما قد يتسبب في زيادة الأحمال على شبكات الكهرباء، إذ يقدر استهلاك الطاقة لتعدين البيتكوين في العالم ما يقارب (81.51) تيرا واط في السنة[54]. ومنعت الحكومة الصينية تعدين العملات الرقمية مما أدى إلى إيقاف أكثر من نصف عمليات التعدين في العالم. وتحظر إيران تعدين البيتكوين بسبب أن مدنها تعاني من انقطاع متكرر للتيار الكهربائي، ويلقي المسؤولون باللوم جزئياً على تعدين البيتكوين من المناجم غير القانونية، وتقدر شركة إلبتك (Elliptic) أن حوالي (4.5%) من جميع عمليات تعدين البيتكوين على مستوى العالم بين يناير وأبريل من عام 2021 حدثت في إيران[55].

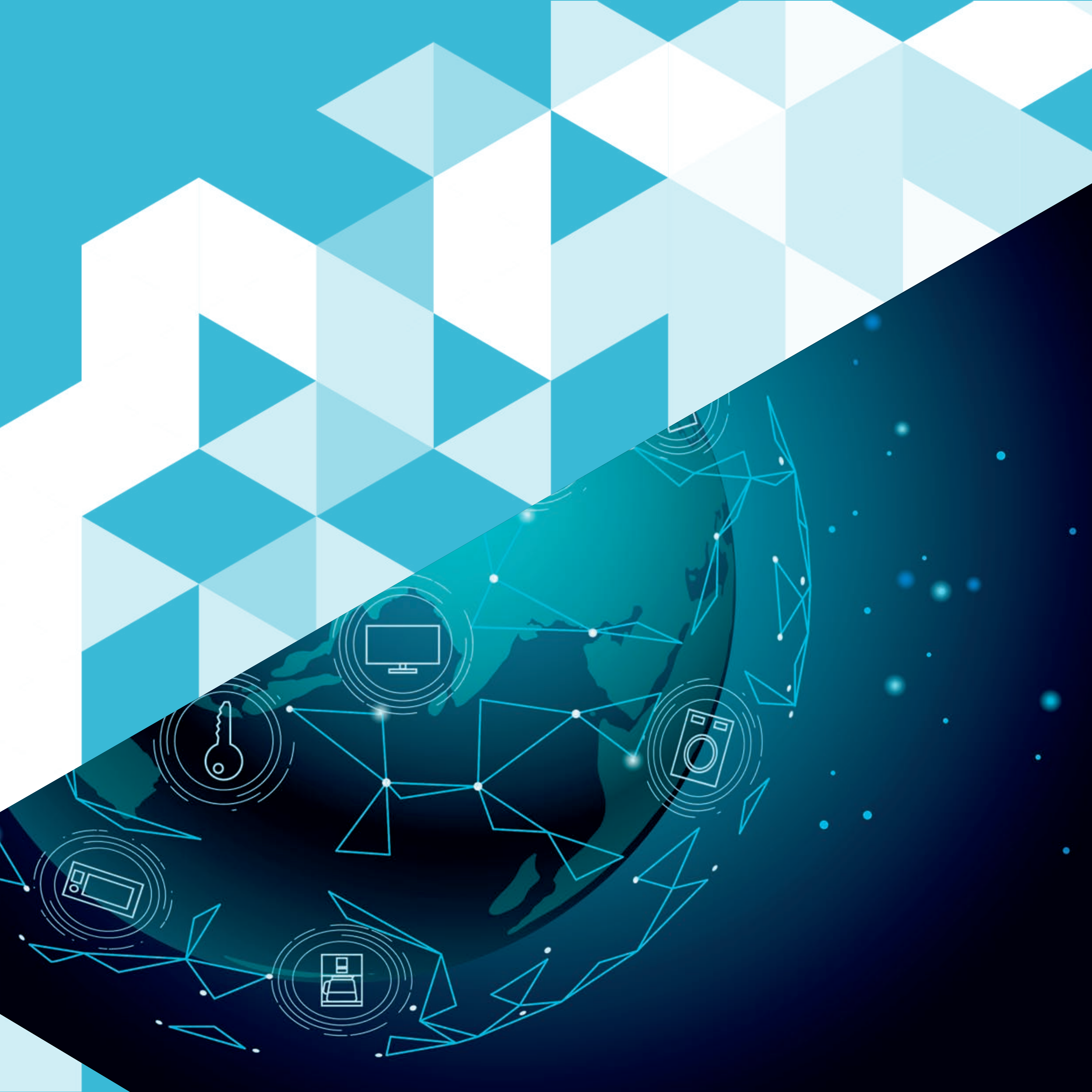
توقعات مستقبلية

تتوقع جارتنر أن يستخدم (50%) من الأشخاص الذين لا يملكون حساباً مصرفياً العملة المشفرة عبر هواتفهم الذكية بحلول عام 2025م وستسهم منصات التواصل الاجتماعي في دعم انتشارها، ومن المتوقع أن تسجل قارة أفريقيا أعلى معدلات النمو مما يساعد على ازدهار التجارة الإلكترونية فيها[56]. وتبحث الإدارة الجديدة في الولايات المتحدة الأمريكية إمكانية فرض ضريبة دخل على متداولي العملات الرقمية، ووفقاً لتقرير جديد صادر عن وزارة الخزانة الأمريكية، تبحث الإدارة الأمريكية كذلك وضع متطلبات جديدة من شأنها أن تسهل على الحكومة تتبع حركة الأموال بما في ذلك العملات الرقمية.

شكل 4: جهود الدول في تبني العملات الرقمية الوطنية.







إنترنت الأشياء

إنترنت الأشياء

أسهم التطور التقني والصناعي في ازدياد عدد الأجهزة التي تعمل لتنفيذ مهام محددة، ولكن في الغالب أنها تعمل بصورة مستقلة وغير مرتبطة بشبكة معينة، ومع الثورة التقنية في وقتنا الحالي أصبح ربط هذه الأجهزة قابلاً للتطبيق لينشأ عنه ما يُعرف بتقنية إنترنت الأشياء (Internet of Things [IoT]).

نبذة تعريفية

تقنية إنترنت الأشياء هي شبكة من الأجهزة الإلكترونية المرتبطة بعضها ببعض دون الحاجة إلى أي تدخل بشري في أغلب الأحيان، ومن أمثلتها المصانع الذكية والأجهزة المنزلية الذكية وأجهزة المراقبة الطبية وأجهزة تتبع اللياقة البدنية القابلة للارتداء[57]. تستخدم هذه الأجهزة عدة مستشعرات لجمع البيانات ومن ثم تحليلها بهدف تقديم خدمات مخصصة للمستخدم وفقاً للمعايير والتفضيلات الخاصة به، فمثلاً تستخدم الثلاجة الذكية المستشعرات لمعرفة العناصر الموجودة فيها، وتُرسل تنبيهات للمستخدم في حال قرب نفاد أحد العناصر.

لمحة تاريخية

ظهر مصطلح إنترنت الأشياء في عام 1999م على يد الباحث كيفن آشتون (Kevin Ashton)، إلا أن فكرة إضافة المستشعرات إلى الأجهزة الإلكترونية تعود الى فترة الثمانينيات، ولكن عدم جاهزية التقنيات آنذاك حالت دون تطبيق ذلك[58]. أما اليوم ومع تطور صناعة الرقائق الحاسوبية وانتشار تقنية الجيل الخامس (5G) أصبح من الممكن تبني أنظمة إنترنت الأشياء في المنازل والمصانع. ووفقاً لشركة سيسكو (Cisco) فإن عدد الأجهزة التي تدعم تقنية إنترنت الأشياء في 2021م يقدّر بـ (13) مليار جهاز تسهم في تدفق (5%) من بيانات شبكة الإنترنت[59].

حالات الاستخدام

ظهرت عدد من حالات الاستخدام لتقنيات إنترنت الأشياء، من أبرزها: إنترنت الأشياء الصناعي، وإنترنت الأشياء الطبي، والمدن الذكية، والمنازل الذكية:

إنترنت الأشياء الصناعي

تستطيع الشركات الصناعية تطوير نماذج الأعمال وتحسين الأداء والإنتاجية باستخدام تقنية إنترنت الأشياء الصناعي، إذ يمكن للآلات الموجودة في المنشأة التواصل فيما بينها وتبادل المعلومات بصفة مستمرة. وتسهم تقنية إنترنت الأشياء في تطوير عدة صناعات تشمل المواد الكيميائية والأغذية والمشروبات والسيارات والفولاذ[57]. ووفقاً لدراسة أجرتها شركة ماكينزي (McKinsey) فإن المصانع تمثل واحدةً من أكبر المستفيدين عند اعتمادها على إنترنت الأشياء، إذ يُتوقع أن تولد تأثيراً اقتصادياً إيجابياً بأكثر من (1.2) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 4.5 تريليون ريال سعودي) كل عام بدءاً من 2025م[60].

إنترنت الأشياء الطبي

من المتوقع أن يستفيد القطاع الطبي من هذه التقنية في جمع بيانات المرضى وإرسالها إلى مقدمي الرعاية الصحية لمتابعتها وتحليلها عن بُعد، ومن أمثلة ذلك أجهزة مراقبة القلب. كما ظهرت أجهزة قابلة للارتداء تدعم تقنية إنترنت الأشياء مثل ساعات متابعة الأنشطة البدنية والبيانات الحيوية الأساسية وأنماط النوم. ووفقاً لمسح أجرته مؤسسة بيو البحثية (Pew Research) في عام 2019م، فإن واحداً من كل خمسة أمريكيين يستخدم ساعة ذكية أو متتبع لياقة بدنية[57].

المدن الذكية

ستكون الحلول المبنية على تقنية إنترنت الأشياء من أبرز معالم المدن الذكية في المستقبل القريب لما تقدمه من تطبيقات واعدة في مختلف القطاعات، إذ ستُستخدم الأجهزة التي تدعم تقنية إنترنت الأشياء لجمع البيانات وتحليلها بهدف تحسين البنية التحتية للمدن والمرافق العامة والخدمات. على سبيل المثال تضمّن اقتراح مدينة كولومبوس بولاية أوهايو — الفائز بتحدي وزارة النقل الأمريكية للمدينة الذكية لعام 2016م — بنية تحتية متصلة بعضها ببعض وتتفاعل مع المركبات، ونظاماً لتخطيط الرحلات عبر أنظمة نقلٍ متعددة[57].

المنازل الذكية

مع بدء استخدام تقنية إنترنت الأشياء أصبح هناك توجه لتطوير المنازل الذكية بهدف رفع جودة حياة المستخدم، ويقوم المنزل الذكي على فكرة ربط الأجهزة والأنظمة المنزلية بعضها ببعض لكي يصبح من الممكن التحكم فيها عن بُعد. وتتيح هذه التقنية التحكم في الأنظمة والأجهزة الذكية داخل المنزل مثل: نظام الترفيه ونظام التكييف والتدفئة ونظام الإنارة والنظام الأمني[57].

مخاطر

على الرغم من المزايا التي تقدمها تقنية إنترنت الأشياء، إلا أنها مرتبطة ببعض المخاطر التي يجب الانتباه لها ومن أبرزها: الهجمات السيبرانية، وانتهاك الخصوصية.

الهجمات السيبرانية

تعاني تقنية إنترنت الأشياء من تحديات تتعلق بأمنها السيبراني لا سيما عندما تجمع المستشعرات بيانات حساسة للغاية. وعلى الرغم من أن الحفاظ على البيانات يعد أمراً مهماً لثقة المستخدم، إلا أن أمان إنترنت الأشياء لا يزال يواجه تحديات عدة وقد يشكل ذلك خطراً عند تبني هذه التقنية. فعلى سبيل المثال، وجد باحثون أن بعض الساعات الذكية التي يستخدمها بعض الأطفال تحتوي على ثغرات أمنية تسمح للمخترقين بتتبع موقعهم والتنصت على محادثاتهم أو حتى التواصل معهم[61]. وتسعى عدد من الحكومات إلى مواجهة هذا التحدي والتخفيف من آثاره، فمثلاً نشرت الحكومة البريطانية إرشاداتها حول أمان أجهزة إنترنت الأشياء للمستخدمين[62].

انتهاك الخصوصية

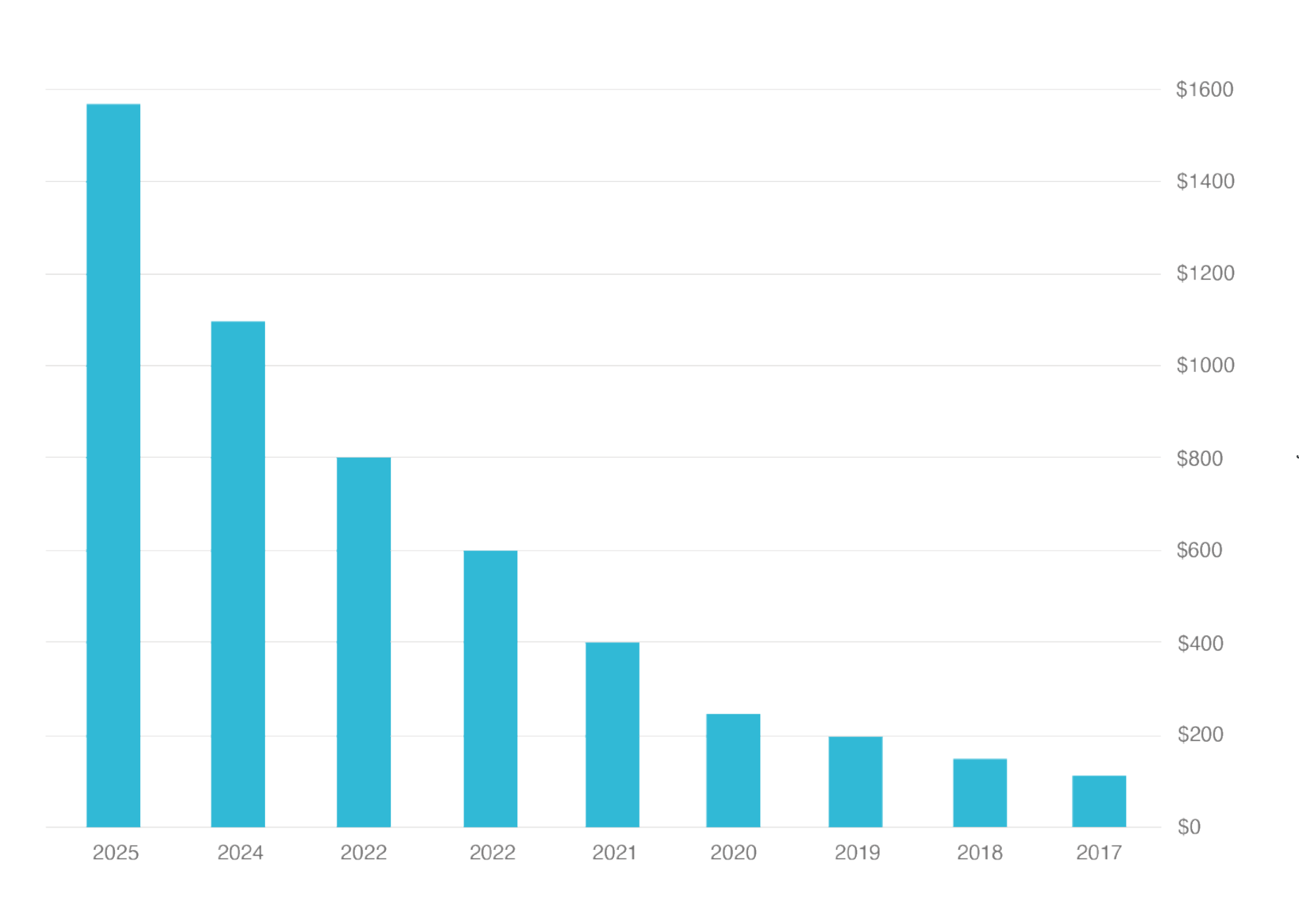
قد تمثل تقنية إنترنت الأشياء خطراً كبيراً على خصوصية المستخدمين، فعلى سبيل المثال يمكن للشركات المصنعة معرفة نمط حياة المستخدم كوقت استيقاظه عن طريق وقت تشغيل آلة القهوة الذكية، ونوع الطعام الذي يتناوله من الثلاجة الذكية. وينطبق الخطر ذاته في قطاع الأعمال، إذ يمكن للأجهزة التي تعتمد على إنترنت الأشياء تسريب بعض النقاشات السرية في غرف الاجتماعات، وقد أوضحت دراسة حديثة أن (52%) من الشركات لا تستطيع معرفة ما إذا كانت أجهزة إنترنت الأشياء لديهم مخترقة أم لا[63].

توقعات مستقبلية

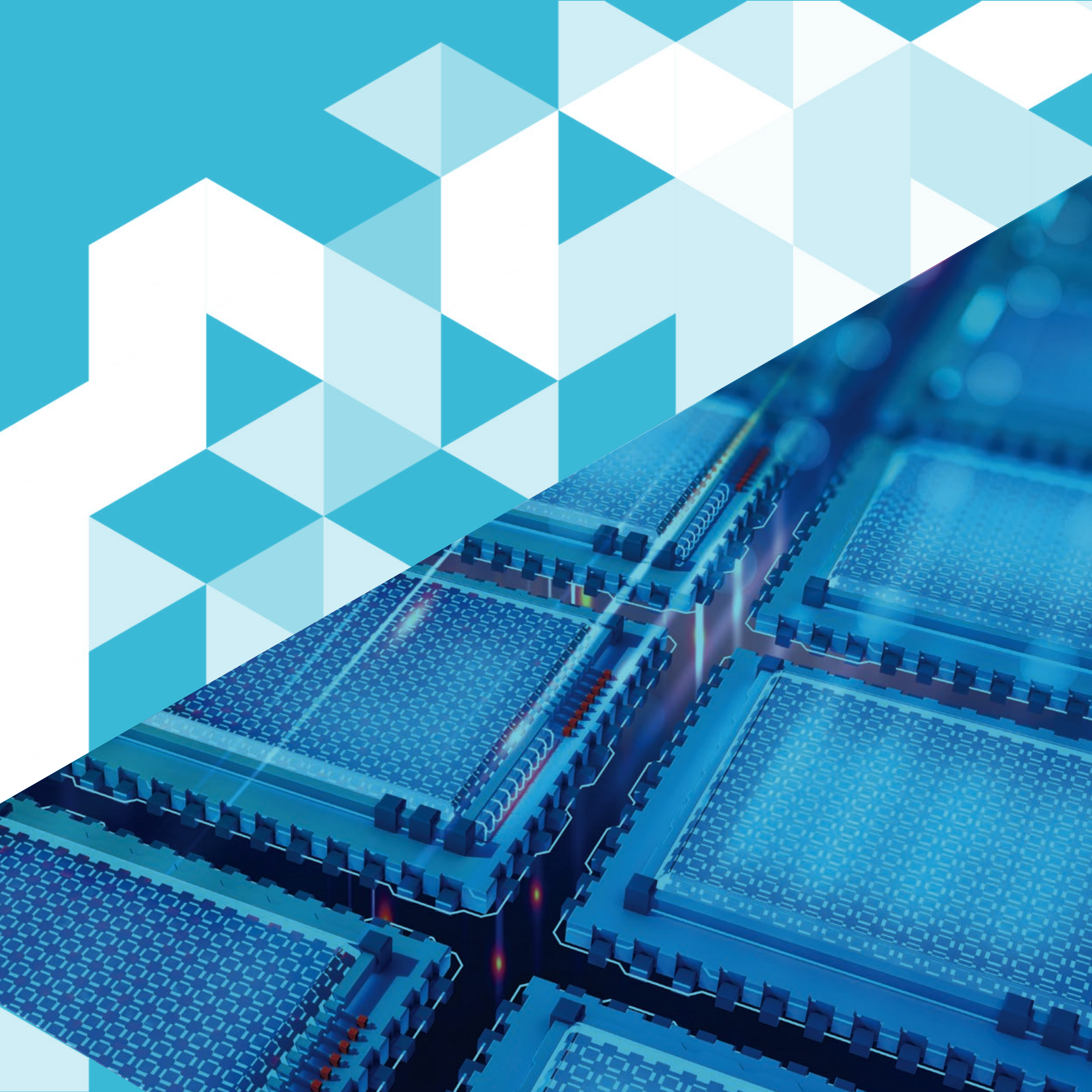
تتوقع شركة آي دي سي (IDC) أن يصل عدد الأجهزة التي تدعم تقنية إنترنت الأشياء حول العالم إلى (55.7) مليار جهاز بحلول عام 2025م، وستكون أكبر فرصة لتبني هذه التقنية في المصانع والسيارات، بالإضافة إلى تطبيقات المنازل الذكية والأجهزة القابلة للارتداء[64]. وبينما ستستمر عمليات الربط بين الأجهزة التي لا تعتمد على إنترنت الأشياء في الزيادة، فإن أجهزة إنترنت الأشياء ستمثل قرابة (66%) من كمية هذه العمليات بحلول عام 2025م، أي بمعدل الضعف على ما كانت عليه في عام 2019م[65]. يوضح **شكل 5** التوقعات المستقبلية لتقنية إنترنت الأشياء، إذ من المتوقع أن يرتفع السوق العالمي لإنترنت الأشياء بنسبة (37%) من عام 2017م إلى (1.5) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 5.8

تريليون ريال سعودي) بحلول عام 2025م[57]. ووفقاً لشركة إيه آر إم (ARM) فإن التحول الذي أحدثته الأجهزة المتصلة على وشك أن يُحدث نقلة نوعية كبيرة، فمن المتوقع بحلول عام 2035م أن يكون في العالم تريليون جهاز حاسب متصل بالإنترنت، ستسهم في زيادة الناتج المحلي العالمي بمقدار (5) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 18.75 تريليون ريال سعودي) سنوياً[66].

شكل 5: توقعات حجم السوق العالمية لإنترنت الأشياء







حوسبة الكم



حوسبة الكم

أسهمت الثورة المعلوماتية في ارتباط التقنية بكل نواحي الحياة اليومية مما تسبب في كثرة البيانات وتنوعها وازدياد عدد متغيراتها، مما خلق صعوبة لدى الحواسيب التقليدية في معالجة هذه البيانات وتصنيفها وتخزينها وإيجاد الحلول المثلى بطريقة سريعة، لذا كانت الحاجة ملحّة إلى تطوير حوسبة الكم (Quantum Computing) كنوع جديد من أجهزة الحاسب القادرة على أداء هذه المهام بكفاءةٍ عالية.

نبذة تعريفية

حوسبة الكم هي تقنية حاسوبية تستخدم نظريات الفيزياء الكمية (أو الكم) في تمثيل البيانات ومعالجتها[67]، فأجهزة الحاسب التقليدية أو (الحوسبة الكلاسيكية) تعتمد على النظام الثنائي الذي يمثل البيانات باستخدام البت (Bit) المتمثل بالرمز "0" أو "1"، فيما تعتمد الحوسبة الكمية على ما يسمى كيوبت (Qubit) وتمتاز بالقدرة على اتخاذ قيمة "0" أو "1" أو كلاهما في الوقت نفسه بواسطة خاصية التراكب الكمي (Quantum Superposition). كما تمتاز أجهزة الحوسبة الكمية أيضاً بخاصية التشابك الكمي أو الترابط الكمي (Quantum Entanglement) التي تسمح بترابط عدة عناصر كمية (كيوبتات) وبالتالي تنفيذ عمليات حسابية أكثر.

لمحة تاريخية

اقترح عالم الفيزياء ستيفن ويزنر (Steven Wiesner) في عام 1969م معالجة المعلومات بالاعتماد على فيزياء الكم لتمكين إنجاز مهام التشفير بصفة أفضل. وفي أوائل الثمانينيات من القرن الحالي قدم كل من ريتشارد فاينمان (Richard Feynman) وبول بنيوف (Paul Benioff) ويوري مانين (Yuri Manin) نماذج أولية لحوسبة الكم قادرة على تنفيذ العمليات التي لا تستطيع الحوسبة التقليدية تنفيذها، إلا أن الاهتمام بحوسبة الكم لم يبرز إلا في عام 1994م بعدما قدم بيتر شور (Peter Shor) خوارزمية حوسبة كمية قادرة على تفكيك الأرقام الكبيرة إلى عوامل أولية بكفاءة عالية، وهي مسألة يصعب حلها بالنسبة لأجهزة الحاسب التقليدية[68]. وكانت الانطلاقة الفعلية لحوسبة الكم عندما كشفت شركة دي ويف (D-Wave) الكندية عن حاسب الكم الخاص بها المكون من (28) كيوبتاً في عام 2007م. ومنذ ذلك الحين وحتى اليوم بدأت عدة شركات عملاقة مثل آيون كيو (IonQ) ورجيتي (Rigetti) وآي بي أم (IBM) وجوجل (Google) وعلي بابا (Aliba-ba) ومايكروسوفت (Microsoft) وإنتل (Intel) في التنافس لبناء أول حاسب كم ذو إمكانات قوية. وفي عام 2019م ادعت كلٌ من شركة جوجل ووكالة ناسا (NASA) توصلّهما إلى ما يسمى بالسيادة الكمية أو التفوق في مجال الكم (Quantum Suprem-acy)، إذ أجرت الأولى تجربة لمقارنة قدرات حاسب الكم في حل مسألة معقّدة يتطلّب حلها (10) آلاف عام باستخدام أسرع حاسوب موجود بالعالم، واستغرق حلها على حاسب الكم الجديد (200) ثانية فقط[69]. واحتجّت شركة آي بي إم على هذه التجربة بقولها أن جوجل أخطأت في الحسابات، مشيرة إلى أنه يمكن حلها على الحواسيب الفائقة الموجودة اليوم خلال أيام معدودة[70]. وفي عام 2020م استطاع فريق صيني استخدام تقنية مشابهة لحل معادلة في (200) ثانية فقط باستخدام حاسب الكم، التي كانت قد تستغرق (2.5) بليون سنة لو استخدمت تقنيات الحاسب التقليدية[71]. وفي العام نفسه استخدم فريق صيني آخر حوسبة الكم لإجراء عمليات حسابية لم يكن من الممكن إجراءها على الحواسيب التقليدية، وأكد الفريق أن العملية الحسابية التي أجروها لها تطبيقات عملية محتملة في كيمياء الكم وتعلم الآلة[72]. وتجاوزت الاستثمارات المُعلنة في عام 2021م للشركات الناشئة في مجال حوسبة الكم (1.7) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 6.3 مليار ريال سعودي)، وما يعادل أكثر من ضعف المبلغ الذي جُمع في 2020م[73]. كما أطلقت شركة جوجل (Google) ومايكروسوفت (Microsoft) وأمازون (Amazon) وآي بي إم (IBM) خدمات حوسبة

الكم على منصاتها السحابية[74]. عدّ المنتدى الاقتصادي العالمي تقنية حوسبة الكم كأحد أبرز (10) تقنيات ناشئة للعام 2020م[75]، وتنفق الدول الكبرى مئات الملايين من الدولارات على مشاريع الأبحاث والتطوير المتعلقة بحوسبة الكم إذ أعلنت وكالة الطاقة الأمريكية هذا العام أنها استثمرت (625) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 2.3 مليار ريال سعودي) في أبحاث وتقنيات حوسبة الكم، بينما أنفقت الصين مليار دولار أمريكي (3.75 مليار ريال سعودي) في مشاريع هذا المجال[71]. وأعلن مكتب البيت الأبيض لسياسة العلوم والتقنية بالتعاون مع المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF) عن إنشاء ثلاثة مراكز لحوسبة الكم باستثمار قدره (75) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 281 مليون ريال سعودي)[76]. وارتفعت أرقام التمويل والصفقات للشركات الناشئة في مجال حوسبة الكم الجديدة إلى أرقام قياسية في عام 2019م، إذ بلغت أحجام الاستثمارات لأكثر من (400) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 1.5 مليار ريال سعودي)[77].

حالات الاستخدام

تُعد حوسبة الكم من التقنيات الحديثة ذات الكفاءة العالية، إلا أنه لا يوجد لها تطبيقات عملية حتى الآن ولا حتى في المستقبل القريب[78]، ولكن هناك حالات استخدام مستقبلية واعده في التشفير، والتحسين، والمحاكاة.

التشفير

يمكن استخدام حوسبة الكم في عمليات التشفير، إذ تعتمد الكثير من خوارزميات التشفير على عمليات حسابية لتفكيك الأرقام الكبيرة إلى عوامل أولية أصغر، وعلى الرغم من أن هذه العمليات الحسابية بحاجة إلى الكثير من الوقت لإتمامها باستخدام الحوسبة التقليدية، إلا أنه يُمكن لحوسبة الكم إتمامها في وقت قصير جداً[79]. ولذا يمكن لحوسبة الكم أن تسهم في زيادة الحفاظ على سرية البيانات، ورفع مستوى أمان الاتصالات، وتحسين موثوقية تطبيقات سلسلة الكتل كالعملات الرقمية كونها تعتمد على عمليات التشفير بصورة أساسية[71].

التحسين

تتطلب عمليات التحسين لإيجاد أفضل النماذج الكثير من الوقت بالإضافة إلى قدرات حاسوبية عالية كونها تعتمد على مقارنة عدد من النماذج واختيار النموذج الأمثل الذي يقدم أفضل النتائج بأقل نسبة خطأ، ويمكن استخدام تقنية حوسبة الكم لإيجاد أفضل الحلول في وقت قصير جداً مقارنة بأجهزة الحاسب التقليدية في مجالات متنوعة تشمل: العمليات اللوجستية، والتصميم، والأسواق المالية، والصناعة.

المحاكاة

يمكن استخدام حوسبة الكم لإجراء تجارب يصعب تطبيقها على أرض الواقع، ويتطلب بناؤها ومحاكاتها الكثير من الوقت بالإضافة إلى قدرات حاسوبية عالية. ويشمل ذلك المجالات الكيميائية والمالية وأبحاث المناخ[80,81].

البحث والتطوير

يمكن استخدام حوسبة الكم لتسريع البحث والتطوير وتقليل التكاليف المالية في مجالات عدة كالأدوية والمواد الكيميائية والمركّبات. فعلى سبيل المثال، تتطلب الأدوية الجديدة متوسط 2 مليار دولار أمريكي (أي ما يعادل 7.5 مليار ريال سعودي) وأكثر من (10) سنوات للوصول إلى السوق بعد اكتشافها[73].

مخاطر

على الرغم من الفوائد الجمة التي قد تجلبها حوسبة الكم عند تبنيها بصورة واسعة، إلا أن هذا التبني قد يرافقه بعض المخاطر من الناحية الأمنية وإساءة الاستخدام:

فك التشفير

تشكل قدرة حوسبة الكم الهائلة في معالجة البيانات خطراً على

خوارزميات التشفير الحالية، إذ إنه يمكن فك الملفات المشفرة بسهولة وفي وقت قصير جداً، الأمر الذي يهدد أمن شبكات الاتصالات وتقنية المعلومات. ووفقاً لتقدير خبراء التشفير فإنّ أقوى خوارزميات التشفير الحالية تتطلب مئات السنين لفك شفرتها باستخدام أفضل أجهزة الحاسب التقليدية، في حين يمكن فكها خلال ثوانٍ فقط باستخدام حاسب الكم[79]؛ لذا يُنظم المعهد الوطني الأمريكي للمعايير والتقنية (NIST) مسابقة لاختيار خوارزمية تشفير واحدة أو عدة خوارزميات تسمى بتشفير ما بعد الكم (Post-Quantum Encryption) بهدف تحديث معاييرها، ومن المقرر الإعلان عن الفائزين في عام 2022م[82].

إساءة الاستخدام

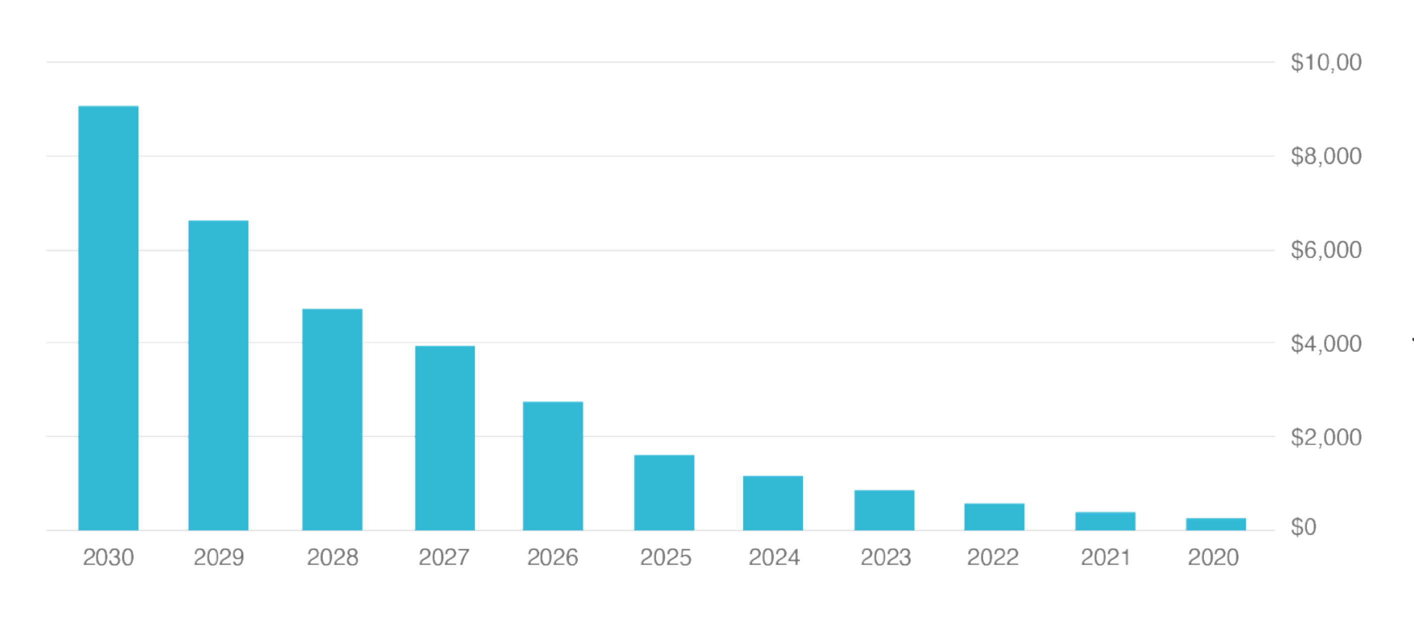
قد تُسخَّر قدرات حوسبة الكم لتطبيقات سيئة كاستخدامها في علم الكيمياء لتطوير مواد خطيرة ضارة بالبشر، كما يمكن دمج حوسبة الكم والذكاء الاصطناعي للقيام بهجمات سيبرانية سريعة وذات مدى واسع[71].

توقعات مستقبلية

تخطط شركة جوجل لإنفاق عدة مليارات لبناء حاسب كم بحلول عام 2029م يمكنه إجراء عمليات تجارية وحسابات علمية على نطاق واسع، وتتوقع شركة ماكينزي (McKinsey) أن الاستثمار في استخدام حواسبة الكم لمعالجة مشاكل محددة سيكون مجدياً في عام 2030م، وأن حل المسائل المعقدة التي تتطلب عمل عدة كيوبتات معاً لن يكون ممكناً إلا بعد عام 2035م[83]. وتتوقع شركة آي دي سي (IDC) أن (25%) من الشركات في قائمة فورتشن 500 (Fortune 500) لأكبر الشركات الأميركية ستستخدم حوسبة الكم في السنوات الثلاث المقبلة[84]، وأن تعمل أجهزة حوسبة الكم على تحسين الدخل التشغيلي لمشغليها بما يتراوح بين (450) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 1.687 ترليون ريال سعودي) و(850) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 3.187 ترليون ريال سعودي) سنوياً بحلول عام 2050م، وتتوقع شركة هوني ويل (Honeywell) أن تشكل حوسبة الكم صناعة تبلغ قيمتها (1) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 3.75 تريليون ريال سعودي) في العقود المقبلة[83]. يظهر **شكل 6** الحجم المتوقع لسوق تقنيات حوسبة الكم حول العالم من 2020م حتى 2030م، إذ من المتوقع أن يصل حجم السوق بحلول عام 2030م إلى حوالي (9.006) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 33.75 مليار ريال سعودي)[85].



شكل 6: الحجم المتوقع للسوق العالمي لتقنيات حوسبة الكم من بين عامي 2020م و2030م





الحوسبة الطرفية



الحوسبة الطرفية

شكّلت تقنيات الإنترنت ثورةً في مجال الحوسبة، إذ أصبح بالإمكان إرسال البيانات لمعالجتها في حاسوب مركزي قبل إعادتها إلى مصدرها، ولكن طول الفترة الزمنية اللازمة لإرسال البيانات وإعادتها كان عائقاً أمام التطبيقات الحديثة التي تتطلب وقت استجابة قصير، مثل تطبيقات إنترنت الأشياء؛ لذا ظهرت الحاجة إلى تقريب موارد المعالجة إلى أطراف الشبكة حيث توجد مصادر البيانات، وهذا ما يُعرَف بالحوسبة الطرفية (Edge Computing).

نبذة تعريفية

الحوسبة الطرفية هي نموذج للحوسبة توضع فيه الموارد بالقرب من الأجهزة المحمولة وأجهزة الاستشعار والمستخدمين النهائيين مما يسهم في تقليل وقت الاستجابة واختناقات الشبكة[86]. وتعتمد الحوسبة الطرفية على معالجة البيانات داخل الأجهزة نفسها أو قريباً منها مما يلغي الحاجة إلى الاعتماد على حوسبة مركزية[87].

لمحة تاريخية

كانت بداية ظهور مبدأ الحوسبة الطرفية في فترة التسعينيات عندما استخدمت شركة سي دي إن (CDN) التابعة لشركة أكاماي (Akamai) شبكة من الخوادم الموزعة بالقرب من المستخدمين النهائيين لحفظ الصور ومقاطع الفيديو مؤقتاً مما أسهم في رفع سرعة استجابة مواقع الويب، وأوضحت ورقة علمية نشرها باحثون من جامعة كرنيجي ميلون (Carnegie Mellon) في عام 1997م كيف يمكن للأنواع المختلفة من التطبيقات الحاسوبية التي تعمل على أجهزة محمولة محدودة الموارد أن تعتمد على الخوادم بهدف تخفيف العبء على موارد هذه الأجهزة، وتحسين عمر بطاريتها في مبدأ أطلق عليه الحوسبة المنتشرة (Pervasive Computing)، كما أتاحت شبكات النظير للنظير (P2P) التي ظهرت في أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين توزيع المحتوى ومشاركته بين أعضاء الشبكة نفسها مما أسهم في تقليل الحمل الإجمالي للشبكة وتحسين زمن الاستجابة، ومع ظهور الحوسبة السحابية اتضحت الحاجة إلى المعالجة المحلية لاسيما في تطبيقات المركبات ذاتية القيادة وإنترنت الأشياء[88].

حالات الاستخدام

يمكن استخدام تقنيات الحوسبة الطرفية في عدد من المجالات المختلفة كالنقل والصحة والطاقة والخدمات المالية.

النقل

تعتمد كثير من وسائل النقل الحديثة على سرعة إنتقال البيانات ومعالجتها لاتخاذ القرارات الفورية كما هو الحال في المركبات ذاتية القيادة، لذا يمكن الاستفادة من القدرات التي توفرها الحوسبة الطرفية لتمكين الاستجابة السريعة وتحليل البيانات محلياً واتخاذ القرارات بصورة سريعة. فعلى سبيل المثال، جهزت شركة بومبارديية (Bombardier) طائراتها من نموذج سي-سيريز (C-Series) بأجهزة استشعار للاكتشاف الفوري لمشكلات أداء المحرك، وذلك بعد اعتمادها على الحوسبة الطرفية لمعالجة البيانات بصورة مباشرة والتعامل بطريقة استباقية مع مشكلات المحرك[87].

الصحة

يمكن استخدام الحوسبة الطرفية لتحليل البيانات الصحية في الوقت الآني ومراقبة صحة المرضى خاصة مع الأجهزة القابلة للارتداء كأجهزة مراقبة اللياقة البدنية ومراقبة الجلوكوز والساعات الذكية، وهذا يتيح تحليل بيانات النبض أو أنماط النوم محلياً دون الحاجة إلى الاتصال بالسحابة المركزية، فمثلاً تستخدم شركة جينرال إلكترك (GE) رقائق إنفيديا (NVIDIA) في أجهزتها الطبية لتحسين معالجة البيانات الطرفية[87].

الطاقة

تُعد الحوسبة الطرفية أساساً لبناء شبكات الطاقة الذكية التي تسمح بإدارة استهلاك الطاقة بصورة أفضل وأكثر كفاءة، واكتشاف الأعطال ومراقبة السلامة في مرافق النفط والغاز واتخاذ القرارات في الوقت الآني. فعلى سبيل المثال، تعمل شركة تينتيلس سستمز (Tantalus Systems) على تطوير أنظمة تعتمد على تقنية الحوسبة الطرفية لأتمتة عمليات نقل الطاقة الكهربائية لخدمة العملاء بطريقة أفضل[87].

الخدمات المالية

يستخدم مقدمو الخدمات المالية الحوسبة الطرفية بهدف رفع سقف الأمان وكفاءة جمع البيانات ومعالجتها وتخصيص الخدمات المالية المقدمة للمستفيدين، إضافةً إلى تقديم الخدمات المالية وتنفيذ العمليات من أي مكان. فعلى سبيل المثال، اشتركت شركتا تلسترا (Telstra) وإريكسون (Ericsson) للاتصالات مع بنك الكومنولث الأسترالي (Commonwealth Bank of Australia) لاختبار فاعلية تقنية الحوسبة الطرفية في تقديم الخدمات المصرفية، كما حصلت شركة ماستركارد (Mastercard) مؤخراً على براءة اختراع لجهاز خدمة ذاتية يعمل بتقنية الحوسبة الطرفية، مما أسهم في تسريع عملية المعالجة وحماية هوية المستخدم أثناء العمليات المصرفية[87].

مخاطر

تواجه الحوسبة الطرفية بعض المخاطر، من أبرزها:

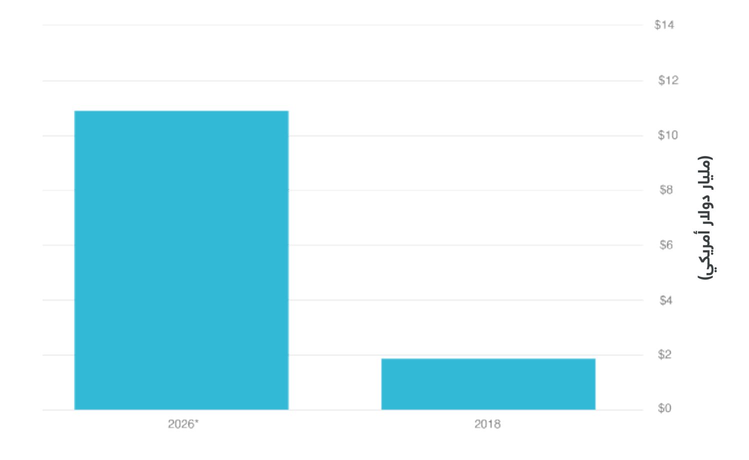
الأمان

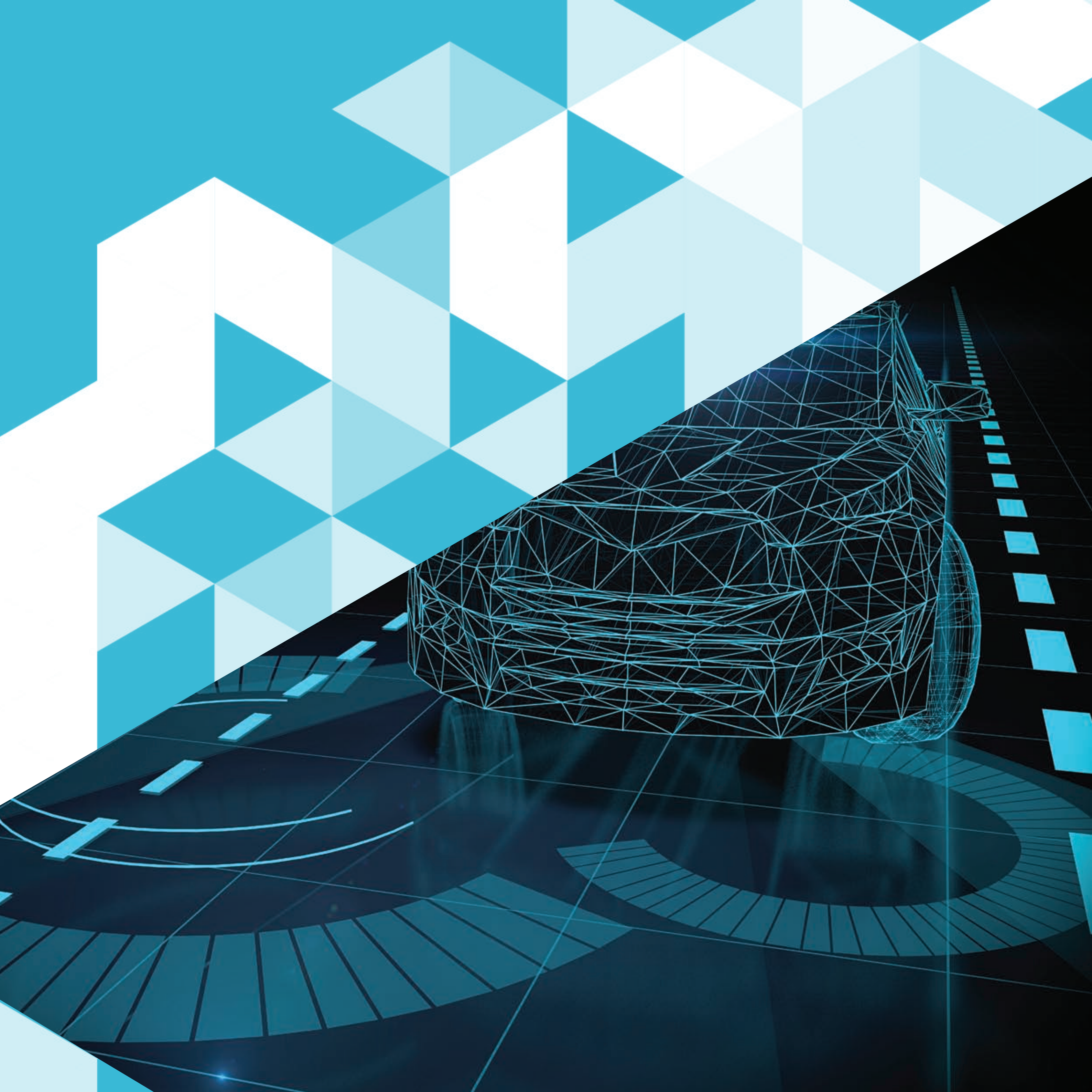
ذكر تقرير حديث صادر من إنفو كيو (InfoQ) أن الحوسبة الطرفية تواجه عدة تحديات من الناحية الأمنية قد تسبب عدة مخاطر، بعض تلك التحديات تقنية والبعض الآخر يتعلق بطريقة استخدامها في المنظمات[89].

توقعات مستقبلية

ذكرت شركة فروست آند سوليفان (Frost & Sullivan) أنه من المتوقع أن يرتفع سوق الحوسبة الطرفية إلى (7.23) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 27 مليار ريال سعودي) بحلول عام 2024م[90]، ومن المتوقع وفقاً لسي بي إنسايتس (CB Insights) أن تبلغ قيمة سوق البنية التحتية للحوسبة الطرفية (700) مليار دولار أمريكي (2.6 تريليون ريال سعودي) بحلول عام 2028م[87]. وفي دراسة أجرتها مؤسسة لينكس (Linux Foundation)، فإنه من المتوقع أن يصل إجمالي الإنفاق على مرافق الحوسبة الطرفية بحلول عام 2028م إلى (800) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 3 تريليون ريال سعودي)[91]. يعرض **شكل 7** الحجم المتوقع للسوق العالمي للحوسبة الطرفية بين عام 2018م وعام 2026م، إذ من المتوقع أن يصل حجم السوق في عام 2026م إلى حوالي (10.96) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 41.1 مليار ريال سعودي)[92].

شكل 7: الحجم المتوقع للسوق العالمي للحوسبة الطرفية بين عامي 2018م و2026م





المركبات ذاتية القيادة

المركبات ذاتية القيادة

يشهد العالم اليوم تطورات هائلة في صناعة المركبات وتسهيل سبل المواصلات وذلك بإدخال الذكاء الاصطناعي لأتمتة مهام القيادة، ونتج عن ذلك ما يعرف اليوم بالمركبات ذاتية القيادة (Autonomous Vehicles). ومن المتوقع أن تُسهم هذه المركبات في تخفيف الازدحام المروري وتحسين جودة الحياة وتحقيق درجات سلامة عالية.

نبذة تعريفية

المركبات ذاتية القيادة هي مركبات قادرة على استشعار محيطها والتحرك بتحكم واكتفاء ذاتي. وتعتمد جمعية مهندسي السيارات العالمية (SAE International) ستة مستويات لتصنيف الأتمتة في مهام قيادة المركبات[93]، تبدأ من المستوى صفر (لا يوجد أتمتة) إلى المستوى الخامس (أتمتة كاملة)، وفيما يلي تفاصيلها:

- **المستوى صفر: لا يوجد أتمتة**

تنعدم أتمتة مهام القيادة في هذا المستوى، ويقود فيه السائق المركبة بصورة كاملة ويشرف عليها باستمرار.

- **المستوى الأول: مساعدة السائق**

تساعد الأنظمة في مهام التوجيه أو التسارع أو التباطؤ، مع التزام السائق بقيادة المركبة بصورة كاملة والإشراف عليها باستمرار. ومن أمثلته مثبّت السرعة التفاعلي والمكابح التلقائية في حالات الطوارئ ونظام المساعدة في الحفاظ على المسار.

- **المستوى الثاني: أتمتة جزئية**

يمكن لأنظمة الأتمتة الجزئية في هذا المستوى الجمع بين نظامين أو أكثر من الأنظمة المساعدة في مهام التوجيه أو التسارع أو التباطؤ. ومن أمثلته مثبت السرعة جي إم سوبر كروز (GM Super Cruise)، ونظام تيسلا أوتوبايلوت (Tesla Autopilot)، ونظام نيسان بروبايلوت (Nissan ProPilot). وتمثل السيارات المزودة بأنظمة المستوى الثاني ما نسبته (30%) من السيارات الأمريكية الجديدة التي بيعت في الربع الرابع من عام 2020م وفقاً لشركة كاناليس (Canalys)[94].

- **المستوى الثالث: أتمتة مشروطة**

يمكن للأنظمة التحكم في عملية التوجيه والتوقف والتسارع والتنقل، ولكن يجب على السائق أن يكون مستعداً لاستئناف القيادة عند تنبيهه. ومن أمثلته نظام هوندا سينسنق إليت (Honda Sensing Elite).

- **المستوى الرابع: أتمتة عالية**

يمكن لنظام القيادة الذاتي أن يؤدي جميع مهام القيادة في مساحات وظروف مناخية محدودة جداً دون تدخل السائق، ويمكن للمركبة أن تتوقف بأمان في حال حدوث خطأ ما. يتمثل الاختلاف الرئيسي بين أتمتة المستوى الثالث والمستوى الرابع في أن المركبات من المستوى الرابع يمكنها التدخل إذا ساءت الأمور أو حدث فشل في النظام، إذ أن هذه المركبات لا تتطلب تفاعلاً بشرياً في معظم الظروف. ومع ذلك، لا يزال لدى الإنسان خيار التجاوز يدوياً. ومن أمثلة هذا المستوى سيارة ويمو (Way-mo) التابعة لألفابت (Alphabet).

- **المستوى الخامس: أتمتة كاملة**

يمكن لنظام القيادة الذاتي أن يؤدي جميع مهام القيادة بغض النظر عن ظروف الطريق أو المناخ، ولا تتطلب المركبات من المستوى الخامس تدخلاً بشرياً. لا زالت السيارات ذاتية القيادة في هذا المستوى تحت الاختبار ولا شيء منها متاح لعامة الناس حتى الآن.

لمحة تاريخية

تعود أول محاولة لأتمتة مهام القيادة إلى عام 1977م عندما أنتجت شركة تسوكوبا ميكانيكال (Tsukuba Mechanical) مركبة ذاتية

القيادة بإمكانها التعرف على اللافتات المرورية في الشوارع أثناء التنقل وبلغت سرعتها (32) كم/ساعة. وفي الثمانينيات من القرن الماضي صممت شركة إرنست ديكمانز (Ernst Dickmanns) سيارة ذاتية القيادة استطاعت السير بسرعة (63) كم/ساعة في الشوارع العامة لكن دون وجود حركة مرورية. وأعلنت وكالة مشاريع البحوث الدفاعية المتطورة (Defense Advanced Research Projects Agency) في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2004م عن سباق للسيارات ذاتية القيادة يحصل الفائز فيه على جائزة قدرها مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 3.75 مليون ريال سعودي)[95]. وحصلت المركبات ذاتية القيادة في عام 2014م على الموافقة لاختبارها والتأكد من سلامتها في شوارع ولاية كاليفورنيا الأمريكية، وشهد عام 2020م إطلاق شركة ويمو (Waymo) لسياراتها ذاتية القيادة في مدينة فينيكس، كما وافقت اليابان في نوفمبر من عام 2020م على توفير أنظمة المستوى الثالث للمستخدمين لتكون أول دولة توافق على ذلك[96].

حالات الاستخدام

تتضمن حالات استخدام المركبات ذاتية القيادة في تطبيقات تنقلات الأفراد واالقطاع اللوجيستي والقطاع العسكري.

تنقلات الأفراد

تسهم تقنية المركبات ذاتية القيادة في زيادة مستوى جودة عملية نقل الركاب والتقليل من الحوادث والتكاليف سواءً على المستهلك أو الشركة الناقلة، فعلى سبيل المثال أعلنت شركة زوكس (Zoox) والتابعة لشركة أمازون في ديسمبر 2020م عن سيارة أجرة ذاتية القيادة بالكامل تستوعب حتى (4) ركاب وتصل سرعتها إلى (120) كم/الساعة، ومن الجدير بالذكر أن السيارة اختبرت في عدد من الولايات الأمريكية لتقييمها واعتمادها. كما أعلنت شركة وايمو (Waymo) عن توسيع برنامجها للمركبات ذاتية القيادة في وسط مدينة فينيكس، وتشغيل المركبات دون وجود مراقب سلامة داخلها.

القطاع اللوجيستي

تحرص الكثير من شركات القطاع اللوجستي على الاستفادة من تقنيات المركبات ذاتية القيادة وذلك لتقليل وقت توصيل الطرود، فعلى سبيل المثال قدمت شركة أمازون في عام 2019م روبوت سكاوت (Scout) لتوصيل الطرود، ويجري استخدامه في بعض مدن الولايات المتحدة الأمريكية تحت إشراف بشري[97].

القطاع العسكري

يمكن استخدام المركبات العسكرية ذاتية القيادة للوصول إلى أماكن شديدة الخطورة دون الحاجة لجنود لقيادتها مثل قوافل الإمداد بالقرب من أراضي العدو، ومهام الاستطلاع في المناطق الخطرة، والرحلات الجوية في ظروف جوية غير ملائمة.

مخاطر

يرافق تبني هذه التقنية عدة جوانب سلبية يجب الحذر منها، ولعل من أبرزها:

حوادث مرورية

قد ينتج من المركبات ذاتية القيادة حوادث غير متوقعة ناتجة عن أعطال في أنظمة التشغيل أو ازدياد حركة المرور وكثافة المركبات. وعلى الرغم من أن المركبات ذاتية القيادة تعتمد على أجهزة استشعار متقدمة لبناء تصور كامل حول البيئة المحيطة، إلا أن هذه التقنيات ما زالت غير ناضجة بالشكل الكاف للتعامل مع الظروف غير الاعتيادية كتغير الطقس والممارسات غير المألوفة من قبل المارة أو السيارات الأخرى.

نقص الوظائف

قد يخلق الاعتماد الكامل على المركبات ذاتية القيادة أزمة بطالة بين السائقين خصوصاً عند تبنيها دفعة واحدة وفقاً لتقرير صادر

عـن معهـد ماساتشوسـتس للتقنيـة (MIT) [98]. نظـراً لدرجـة الأمـان العاليـة فـي هـذه المركبـات وإمكانيـة التنسـيق بينهـا، فـإن البطالـة قـد تطـال العامليـن فـي ورش إصـلاح السـيارات وقطـاع تأميـن السـيارات.

انخفاض الأمان والخصوصية

قـد تتعـرض المركبـات ذاتيـة القيـادة للهجمـات السـيبرانية التـي قـد تؤثـر فـي السـلامة المروريـة العامـة فـي حـال فقـدان السـيطرة علـى المركبـة. كمـا يشـكل تسـرب البيانـات الخاصـة بالمركبـة وبيانـات الأجهـزة المتصلـة بالمركبـة تهديـداً لخصوصيـة مسـتخدميها.

زيادة مشاكل المرور

قـد تتسـبب المركبـات ذاتيـة القيـادة فـي زيـادة الازدحـام وشـل الحركـة المروريـة عنـد تعرضهـا أو تعـرض أحـد البنـى التحتيـة الخاصـة بهـا كاشـبكات الاتصـال للتوقـف[99].

توقعات مستقبلية

بالنظـر فـي مسـتقبل المركبـات ذاتيـة القيـادة برؤيـة تفاؤليـة فإنـه مـن المتوقـع أن تصبـح آمنـة وموثوقـة بحلـول عـام 2025م، وقـد تكـون متاحـة تجاريـاً فـي عـدد مـن المناطـق بحلـول عـام 2030م. وأشـارت عـدة تقاريـر إلـى أن شـركة أبـل تطـور بصـورة سـرية سـيارة شـخصية ذاتيـة القيـادة قـد تكـون متوفـرة بحلـول عـام 2024م[97]، ومـن المتوقـع أن يكـون لصناعـة المركبـات ذاتيـة القيـادة دور فـي خلـق كثيـر مـن الفـرص الوظيفيـة، إذ يُقـدّر تقريـر حديـث صـادر عـن معهـد السياسـة الاقتصاديـة أن يسـهم التحـول إلـى المركبـات ذاتيـة القيـادة فـي خلـق أكثـر مـن (150) ألـف وظيفـة فـي الولايـات المتحـدة بحلـول عـام 2030م[100]، ويُشـير تقريـر آخـر صـادر عـن الحكومـة البريطانيـة إلـى أن صناعـة تقنيـات المركبـات ذاتيـة القيـادة قـد تخلـق حوالـي (38) ألـف وظيفـة جديـدة فـي المملكـة المتحـدة[101].

يوضـح **شـكل 11** المبيعـات العالميـة المتوقعـة للسـيارات ذاتيـة القيـادة، إذ مـن المتوقـع أن تنمـو مبيعـات المركبـات ذاتيـة القيـادة مـن (1.4) مليـون مركبـة مـن المسـتوى الثالـث علـى الأقـل فـي عـام 2019م إلـى (58) مليـون وحـدة بحلـول عـام 2030م[102].





شكل 11: المبيعات المتوقعة للسيارات ذاتية القيادة بين عامي 2019م و2030م

(مليون دولار أمريكي)

$70
$60
$50
$40
$30
$20
$10
$0

2030 2029 2028 2027 2026 2025 2024 2023 2022 2021 2020 2019



ميتافيرس

ميتافيرس

تُعد تقنية الميتافيرس (Metaverse) في الوقت الحالي واحدة من أبرز الموضوعات المتداولة في المجتمع التقني، إذ تعمل مجموعة من الشركات على تطوير هذه التقنية وتشكيل مستقبلها. وتسعى عدة حكومات إلى إطلاق مبادرات للدخول إلى عالم الميتافيرس بما يتواءم مع توجهات كل دولة وريادتها التقنية.

نبذة تعريفية

لا يوجد تعريف متفق عليه لتقنية الميتافيرس حتى الآن، إذ تحاول كل شركة مطورة لهذه التقنية تعريفها وفقاً لمنظور الشركة ونشاطها. فعلى سبيل المثال، تصف شركة ميتا (Meta) تقنية الميتافيرس بأنها إنترنت مُجسَّد يكون فيه المستخدم داخل التجربة وليس مجرد متفرج، بينما تصفها شركة مايكروسوفت بأنها مشروع يتكون من توائم رقمية وبيئات محاكاة وواقع مختلط[103]. ويمكن تعريف الميتافيرس بصورة عامة على أنها مساحة افتراضية جماعية مشتركة تُقارب بين الواقعين الرقمي والمادي المعزز[104]. جاء اسم هذه التقنية من الجمع لكلمتي ميتا (Meta) التي تعني ما وراء، وينيفيرس (Universe) التي تعني الكون، ويُعدّها البعض المرحلة التالية للإنترنت[105]، وستتكون من مساحات افتراضية ثلاثية الأبعاد مرتبطة بعضها ببعض، تتيح التفاعل مع المعلومات والكيانات الافتراضية عبر الأجهزة الذكية أو مجموعة أدوات خاصة كنظارات الواقع الافتراضي والواقع المعزز. وللميتافيرس خمسة عناصر رئيسية هي: الأجهزة، والبنية التحتية، والمحتوى، والمجتمع وحالات الاستخدام، والتعاملات التجارية والعملات[106]، وتعتمد هذه العناصر في مجملها على عدد من التقنيات، ومن أبرزها:

- **الواقع الافتراضي**

  تتيح بإنشاء بيئة افتراضية تحاكي الواقع يمكن استكشافها ورؤيتها من كل الزوايا باستخدام نظارات متخصصة[107].

- **الواقع المعزز**

  تتيح دمج المعلومات التي على شكل نصوص أو رسومات أو أصوات أو غيرها مع العالم الحقيقي، وذلك بهدف إضافة تحسينات افتراضية لها[108].

- **سلسلة الكتل**

  تمكن من توفير حلول لامركزية لإثبات الهوية والملكية للمنتجات والأصول الرقمية ونقلها في عالم الميتافرس[109].

ومن الجدير بالذكر أن الميتافيرس مازالت في مراحلها الأولية ولا وجود لها بصورتها الكاملة، لكن قد تكون التجربة الأقرب لها متمثلة في الألعاب الافتراضية كلعبة روبلوكس (Roblox)، والمنصات الاجتماعية التي يستخدم فيها الشخصيّات الافتراضية (Avatars) كمنصة سَكنْد لايف (Second Life)، والمنصات القائمة على تقنيات سلسلة الكتل كمنصة ديسينترا لاند (Decentraland)[110].

وهناك عدة عوامل ساعدت في ظهور الميتافيرس من أهمها: ظهور المنصات الاجتماعية وانتشارها، والتوسع في استخدام الألعاب كمنصات تواصل اجتماعي، وإمكانية صنع المحتوى دون الحاجة إلى معرفة تقنية، والإقبال على خدمات البث المباشر والواقع المعزز والافتراضي، والتوسع في البنية التحتية الموزعة بسبب الإقبال على العملات المشفرة، والتطور المتسارع لتقنيات وصناعة الأجهزة والبرمجيات كالحوسبة عالية الأداء وأنظمة المحاكاة[111].

لمحة تاريخية

في السبعينيات موّلت القوات الجوية الأمريكية تطوير أجهزة محاكاة الطيران ثلاثية الأبعاد، وفي أواخر الثمانينيات ظهرت نظارات الواقع الافتراضي في الأسواق. وجاء ذكر مصطلح ميتافيرس لأول مرة في رواية الخيال العلمي سنو كراش (Snow Crash) الصادرة في عام 1992م للكاتب نيل ستيفنسون (Neal Stephenson).

ومع بداية الألفية الثالثة قدم مايكل جريفز (Michael Grieves) مفهوم ونموذج التوأم الرقمي في عام 2002م. كما ظهرت عدة شركات مطورة لمنصات وألعاب افتراضية، من أشهرها منصة سَكنْد لايف التي أُطلقت عام 2003م[112]، وخلال أربع سنوات استطاعت الوصول إلى مليون مستخدم يمثلون (0.08%) من إجمالي مستخدمي الإنترنت آنذاك. بينما استقطبت لعبة فورتنايت (Fortnite) في عام واحد (100) مليون مستخدم جديد ليصل إجمالي المستخدمين إلى (350) مليون مستخدم أي ما يزيد عن (8%) من مستخدمي الإنترنت في عام 2020م. وفي عام 2021م بلغت القيمة السوقية لمنصة روبلوكس نحو (39) مليار دولار أمريكي[110] (أي ما يقارب 146 مليار ريال سعودي). كما شهد العام نفسه بيع قطعة أرض على منصة ساندبوكس (SandBox) مقابل (4.3) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 16 مليون ريال سعودي). ومؤخراً أعلنت فيسبوك عن تغيير اسم الشركة إلى ميتا في خطوة نحو الاستثمار في تقنية الميتافيرس، وعن تخصيص (50) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 187.5 مليون ريال سعودي) لدعم الأبحاث الخاصة ببناء ميتافيرس أكثر مسؤولية[113]. وفي بداية عام 2022م أعلنت شركة مايكروسوفت عن استحواذها على شركة الألعاب أكتيفجن بليزارد (Activision Blizzard) مقابل (68.7) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 258 مليار ريال سعودي)[114].

حالات الاستخدام

قد لا تزال رحلة استكشاف الميتافيرس في بدايتها حالياً ولا يمكن حصر حالات استخدامها المستقبلية قطعاً، إلا أنه يمكن تصور بعض حالات الاستخدام المحتملة، مثل: الرعاية الصحية، والتدريب والتأهيل، وتجارة التجزئة[115].

الرعاية الصحية

ستمكّن تقنية الميتافيرس من توفير الرعاية الصحية عن بعد بكفاءة أعلى عبر غرف الكشف والرعاية الافتراضية، بالإضافة إلى إمكانية تحويل الصور الطبية ثنائية الأبعاد إلى نماذج ثلاثية الأبعاد، مما سيساعد الأطباء في التخطيط الجراحي والتدريب والتعاون عن بعد.

التدريب والتأهيل

يمكن استخدام تقنية الميتافيرس في ورش العمل التطبيقية لرفع درجة الأمان وتقليل التكاليف. على سبيل المثال، توفر منصة ميتا هورايزون وورك رومز (Meta's Horizon Workrooms) مساحة افتراضية لعقد الاجتماعات وورش العمل بصور مجسدة للحضور.

تجارة التجزئة

يمكن استخدام تقنية الميتافيرس في التسويق والإعلان وزيادة التفاعل مع المستخدمين، عبر تقديم خدمات البيع الافتراضي وتصميم تجارب عملاء جديدة كغرف القياس الافتراضية لمتاجر الأزياء، وإتاحة تجربة الأثاث بصورة افتراضية قبل الشراء.

مخاطر

قد يرافق تقنية الميتافيرس عدة مخاطر يجب الحذر منها، ومن أبرزها[109]:

الهيمنة التقنية

سيخلق تفاوت إمكانيات وقدرات الدول في تطوير تقنية الميتافيرس وتبنيها حالة عدم إتزان حول العالم، مما سيترتب عليه السيادة التقنية للدول المتقدمة المصدرة للتقنية على الدول المستوردة لها.

الاختراقات السيبرانية

قد يصعب اكتشاف بعض جوانب القصور البرمجي لتقنية الميتافيرس في مراحلها الأولى؛ نظراً إلى أن الميتافيرس يدمج عدة تقنيات. ومن المرجح أن تواجه تقنية الميتافيرس خطر

انتشار الهجمات الإلكترونية التي قد تستهدف المستخدمين أو المشغلين أو مزودي الخدمة.

التأثير التقني الواسع

من المتوقع أن يكون لتقنية الميتافيرس تأثير عميق في السياسة والاقتصاد والمجتمع، إذ ستصبح هذه التقنية جزءاً لا يتجزأ من الجوانب السياسية نظراً لقضاء المستخدمين أوقاتاً طويلةً فيها وانغماسهم بمحتواها. وعلى المستوى الاقتصادي فستؤثر الميتافيرس في الصناعات والأعمال كتسهيل العمل عن بعد. أما على المستوى الاجتماعي قد تجلب الميتافيرس بعض المشكلات الاجتماعية الجديدة التي تؤثر بصورة سلبية في نمو النشء وتضعف من إدراكهم وسلوكهم مما يؤدي إلى اختلافات واضحة بين الأجيال.

توقعات مستقبلية

من المتوقع أن تزدهر تقنية الميتافيرس خلال السنوات الخمس القادمة مع انتشار الأجهزة المساندة لها، التي دخلت اليوم مراحل التطوير السريع، فمن المتوقع أن ينمو الطلب العالمي على أجهزة الواقع الافتراضي بمعدل نمو سنوي مركب (CAGR) يصل إلى (39%) للفترة من عام 2021م إلى عام 2026م[109]. وتتوقع شركة آي دي سي (IDC) أن يتسارع الإنفاق العالمي على الواقع المعزز والواقع الافتراضي لينمو من (12) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 45 مليار ريال سعودي) في عام 2021م إلى (72.8) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 273 مليار ريال سعودي) في عام 2024م، وترى الشركة أن معدل النمو السنوي المركب (CAGR) في السنوات الخمس المقبلة للإنفاق على الواقع المعزز والواقع الافتراضي سيصل (54%)[116]. وتتوقع شركة بلومبرج (Bloomb-erg) أن تقترب الإيرادات العالمية لتقنية الميتافيرس من (800) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 3 تريليونات ريال سعودي) في عام 2024م[117]. ووفقاً لتقييم الأثر الاقتصادي الذي أجرته شركة بي دبليو سي (PwC)، فإن تقنيتي الواقع الافتراضي والمعزز ستسهمان في تقديم (1.5) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 5.63 تريليونات ريال سعودي) للاقتصاد العالمي بحلول عام 2030م، ويتمثل ذلك في إنشاء تجارب عملاء جديدة وتسريع تطوير المنتجات وتحسين السلامة في مكان العمل[113,115]. يوضح **شكل 12** التوقعات المستقبلية لتأثير تقنيتي الواقع الافتراضي والمعزز في الوظائف والناتج المحلي الإجمالي لدى بعض الدول بحلول عام 2030م، إذ من المتوقع أن تسهم في توفير قرابة (23.4) مليون وظيفة حول العالم[115].



شكل 12: تأثير تقنيتي الواقع الافتراضي والمعزز في الناتج المحلي الإجمالي والوظائف بحلول عام 2030م

ألمانيا
$103.6bn
400,368

المملكة المتحدة
$69.3bn
400,663

فنلندا
$7.8bn
32,462

اليابان
$134.2bn
533,155

الولايات المتحدة
$537bn
2,322,256

الإمارات العربية المتحدة
$4.1bn
42,778

الصين
$183.3bn
6,822,647

بقية دول العالم
$444.2bn
12,603,911


إجمالي الناتج المحلي
عدد الوظائف



يُعد تطوير التقنيات بمثابة مقياس لمدى التقدم الذي تعيشه الدول على الأصعدة الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والعسكرية؛ لذا حرصت الدول على دعم مراكز أبحاثها، وتحفيز البيئة المناسبة لمؤسساتها العامة والخاصة للتصدر على المستوى العالمي، مما أسهم في ظهور عدة تقنيات حديثة معتمدة على البيانات والذكاء الاصطناعي ذات استخدامات مفيدة، أصبح بعضها جزءاً من واقعنا اليومي، وبعضها الآخر ما زال في المراحل التجريبية. وقد جرى اختيار عدد من التقنيات المتقدمة في هذه الدراسة شملت: الذكاء الاصطناعي، وسلسلة الكتل، والعملات الرقمية، وإنترنت الأشياء، والحوسبة الكمومية، والحوسبة الطرفية، والمركبات ذاتية القيادة، والميتافيرس. كما تم تسليط الضوء على بعض من المخاطر المصاحبة لهذه التقنيات. ويوضح **الجدول رقم (1)** ملخصاً لحالات الاستخدام وأبرز المخاطر.



جدول 1: ملخص لحالات الاستخدام ومخاطر التقنيات الحديثة التي شملتها الدراسة

التقنية	حالات الاستخدام	مخاطر
الذكاء الاصطناعي	• أتمتة المهام • تعزيز القدرات	• التحيز • الهجمات السيبرانية • التزييف العميق • الأسلحة ذاتية العمل • البطالة
سلسلة الكتل	• الخدمات المالية • سلسلة التوريد • توثيق ملكية المنتجات الرقمية • قطاع التأمين	• إمكانية الاختراق • خصوصية البيانات • التأثير البيئي
العملات الرقمية	• العملات الرقمية الوطنية • العملات المشفرة للشركات • الطرح الأولي للعملات	• إمكانية الاختراق • التعاملات المشبوهة • إمكانية الاحتيال والتلاعب • استنزاف الطاقة
إنترنت الأشياء	• إنترنت الأشياء الصناعي • إنترنت الأشياء الطبي • المدن الذكية • المنازل الذكية	• الأمن السيبراني • حماية الخصوصية

التقنية	حالات الاستخدام	مخاطر
الحوسبة الكمومية	• التشفير • التحسين لإيجاد الحلول المثلى • المحاكاة	• أمن الشبكات • إساءة الاستخدام
الحوسبة الطرفية	• النقل • الصحة • الطاقة • الخدمات المالية	• الأمان
المركبات ذاتية القيادة	• تنقلات الأفراد • المجال اللوجيستي • المجال العسكري	• مخاطر استخدام غير متوقعة • نقص الوظائف • انخفاض الأمان والخصوصية • زيادة مشاكل المرور
ميتافيرس	• الرعاية الصحية • التدريب والتأهيل • التجزئة	• الهيمنة التقنية • الاختراقات السيبرانية • التأثير التقني الواسع

مراجع

1. Samoili, S. et al. AI Watch. Defining Artificial Intelligence 2.0. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC126426 (2021)

2. Strickland, E. 15 Graphs You Need to See to Understand AI in 2021. https://spectrum.ieee.org/the-state-of-ai-in-15-graphs (2021).

3. PwC's Global Artificial Intelligence Study: Sizing the prize. https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html (2017).

4. Mou,Xiaomin. Artificial Intelligence : Investment Trends and Selected Industry Uses. https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/617511573040599056/Artificial-Intelligence-Investment-Trends-and-Selected-Industry-Uses (2019).

5. Rao, A., Khan, A. & Bhat, R. Government Trends 2020. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/lu/Documents/public-sector/lu-government-trends-2020.pdf (2019).

6. Sicular, S. & Aron, D. Leverage Augmented Intelligence to Win With AI. https://www.gartner.com/document/3939714 (2019).

7. Revang, M., Sicular, S., Litan, A., Mullen, A. & Hare, J. Predicts 2021: Artificial Intelligence and Its Impact on People and Society. https://www.gartner.com/document/3995104?_ga=2.169112033.1194216435.1616313548-475740631.1609659964 (2020).

8. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/ (2020).

9. 2021 AI Predictions. PwC https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/artificial-intelligence-predictions-2021.html (2020).

10. Sakpal, M. Gartner Predicts 69% of Routine Work Currently Done by Managers will Be Fully Automated by 2024. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-01-23-gartner-predicts-69--of-routine-work-currently-done-b (2020).

11. AI Using Standards to Mitigating Risks. https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/2018_AEP_Artificial_Intelligence.pdf (2018).

12. E. Busch, K. Blockchain: Novel Provenance Applications. https://sgp.fas.org/crs/misc/R47064.pdf (2022).

13. Jaikaran, C. Blockchain: Background and Policy Issues. https://fas.org/sgp/crs/misc/R45116.pdf (2018).

14. Ganne, E. Can blockchain revolutionize international trade? https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/blockchainrev18_e.htm (2018).

15. Bennett, M. Predictions 2021: Blockchain Is A Tale Of Two Speeds. https://www.forrester.com/blogs/predictions-2021-blockchain-is-a-tale-of-two-speeds/ (2020).

16. Blockchain Funding Is At An All-Time High — Here's What's Driving The Boom. https://www.cbinsights.com/research/blockchain-tech-funding/ (2021).

17. State Of Blockchain Q3'21 Report. https://www.cbinsights.com/research/report/blockchain-report-2020/ (2021).

18. Blockchain in the UAE government - The Official Portal of the UAE Government. https://u.ae/en/about-the-uae/digital-uae/blockchain-in-the-uae-government (2021).

19. Ekman, A. China's blockchain and cryptocurrency ambitions. https://www.iss.europa.eu/content/chinas-blockchain-and-cryptocurrency-ambitions#_introduction (2021).

20. Fleming, S. What is Blockchain and What Can It Do? https://www.weforum.org/agenda/2021/04/what-is-blockchain/ (2021).

21. Blockchain Trends 2020. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Consulting/Blockchain-Trends-2020-report.pdf (2020).

22. 58 Big Industries Blockchain Could Disrupt. https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/ (2021).

23. NFTs: Is The Spotlight-Stealing Blockchain Tech A Cash Grab Or The Next Big Thing? https://www.cbinsights.com/research/what-are-nfts/ (2021).

24. Insurance Disruption Using Blockchain Tech | CB Insights. https://www.cbinsights.com/research/blockchain-insurance-disruption/ (2021).

25. Somers, M. The risks and unintended consequences of blockchain. https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/risks-and-unintended-consequences-blockchain (2019).

26. SlowMist Hacked. https://hacked.slowmist.io/en/statistics/?c=Blockchain&d=all (2022).

27. Sofia, B. & Gómez, J. Risks of Blockchain for Data Protection: a European Approach. https://digitalcommons.law.scu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1653&context=chtlj (2020).

28. What Is Ethereum? https://www.cbinsights.com/research/what-is-ethereum/ (2021).
29. Jiang, S. et al. Policy assessments for the carbon emission flows and sustainability of Bitcoin blockchain operation in China. https://www.nature.com/articles/s41467-021-22256-3 (2021).
30. Beekhuizen, C. A country's worth of power, no more! https://blog.ethereum.org/2021/05/18/country-power-no-more/ (2021).
31. Litan, A., Reynolds, M. & Leow, A. Predicts 2020: Blockchain Technology. https://www.gartner.com/doc/3975912/predicts--blockchain-technology (2019).
32. Blockchain Solutions Will Continue to See Robust Investments, Led by Banking and Manufacturing, According to New IDC Spending Guide. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46850820 (2020).
33. Davies, S. & Gillham, J. Time For Trust: How blockchain will transform business and the economy. https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html (2017).
34. Digital Currency Governance Consortium White Paper Series. https://www.weforum.org/reports/digital-currency-governance-consortium-white-paper-series/ (2022).
35. Brunnermeier, M., James, H. & Landau, J.-P. The Digitalization of Money. http://www.nber.org/papers/w26300.pdf (2019).
36. Cryptocurrencies and blockchain. https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/293821525702130886/Cryptocurrencies-and-blockchain (2018).
37. E-Gold. https://cs.stanford.edu/people/eroberts/cs181/projects/2010-11/Bitcoins/e-gold.html (2021).
38. What is Blockchain Technology? https://www.cbinsights.com/research/what-is-blockchain-technology/ (2020).
39. De Best, R. Bitcoin ATMs worldwide 2015-2021. https://www.statista.com/statistics/343127/number-bitcoin-atms/ (2021).
40. PayPal Launches 'Checkout with Crypto'. https://newsroom.paypal-corp.com/2021-03-30-PayPal-Launches-Checkout-with-Crypto (2021).
41. Brigida, A.-C. & Schwartz, L. Six months in, El Salvador's bitcoin gamble is crumbling. https://restofworld.org/2022/el-salvador-bitcoin/ (2022).
42. Buchholz, K. These are the countries where cryptocurrency use is most common. https://www.weforum.org/agenda/2021/02/how-common-is-cryptocurrency/ (2021).

43. O'Neillarchive, P. H. North Korean hackers steal billions in cryptocurrency. How do they turn it into real cash? https://www.technologyreview.com/2020/09/10/1008282/north-korea-hackers-money-laundering-cryptocurrency-bitcoin/ (2020).

44. Disparte, D. Could Digital Currencies Make Being Poor Less Costly? https://hbr.org/2020/08/could-digital-currencies-make-being-poor-less-costly (2020).

45. Schwarcz, S. L. Regulating Digital Currencies: Towards an Analytical Framework. https://www.ssrn.com/abstract=3775136 (2021).

46. Boar, C., Holden, H. & Wadsworth, A. Impending arrival: a sequel to the survey on central banking digital currency. https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap107.pdf?utm_source=morning_brew (2020).

47. Central Bank Digital Currency Tracker. https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/ (2021).

48. What Are Stablecoins? https://www.cbinsights.com/research/report/what-are-stablecoins/ (2022).

49. Piscini, E., Bible, W. & Henry, W. Initial coin offering. https://www2.deloitte.com/ru/en/pages/financial-services/articles/initial-coin-offering-a-new-paradigm.html (2020).

50. ICOs Have Raised Billions — But Now VCs Are Swooping In. https://www.cbinsights.com/research/blockchain-ico-equity-financing-vc-investments/ (2018).

51. Money Laundering in Cryptocurrency: How Criminals Moved Billions in 2019. https://blog.chainalysis.com/reports/money-laundering-cryptocurrency-2019 (2020).

52. Global Disruption of Three Terror Finance Cyber-Enabled Campaigns. https://www.justice.gov/opa/pr/global-disruption-three-terror-finance-cyber-enabled-campaigns (2020).

53. Tiwari, M., Gepp, A. & Kumar, K. The future of raising finance - a new opportunity to commit fraud: a review of initial coin offering (ICOs) scams. https://doi.org/10.1007/s10611-019-09873-2 (2020).

54. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (CBECI). https://cbeci.org/cbeci/comparisons (2021).

55. Robinson, D. T. How Iran Uses Bitcoin Mining to Evade Sanctions and "Export" Millions of Barrels of Oil. https://www.elliptic.co/blog/how-iran-uses-bitcoin-mining-to-evade-sanctions (2021).

56. Panetta, K. Gartner Top Strategic Predictions for 2020 and Beyond. www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-strategic-predictions-for-2020-and-beyond/ (2019).

57. Figliola, P. M. The Internet of Things (IoT): An Overview. 3.

58. Kramp, T., van Kranenburg, R. & Lange, S. Introduction to the Internet of Things. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-40403-0_1 (2013) doi:10.1007/978-3-642-40403-0_1.

59. Cisco Visual Networking Index Predicts Global Annual IP Traffic to Exceed Three Zettabytes by 2021. https://newsroom.cisco.com/press-release-content?type=webcontent&articleId=1853168 (2017).

60. The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.pdf (2015).

61. Smartwatch Security - Safety & Risks. https://me-en.kaspersky.com/resource-center/threats/smartwatch-security-risks (2021).

62. Code of Practice for Consumer IoT Security. https://www.gov.uk/government/publications/code-of-practice-for-consumer-iot-security (2018).

63. Almost half of companies still can’t detect IoT device breaches, reveals Gemalto study I Thales Group. https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/press-release/almost-half-of-companies-still-cant-detect-iot-device-breaches-reveals-gemalto-study (2019).

64. IoT Growth Demands Rethink of Long-Term Storage Strategies, says IDC. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prAP46737220 (2020).

65. ARM predicts 1 trillion IoT devices by 2035 with new end-to-end platform. https://news.itu.int/arm-pelion-iot-end-to-end-platform/ (2018).

66. Sparks, P. White Paper: Economics of a trillion connected devices. https://community.arm.com/arm-community-blogs/b/internet-of-things-blog/posts/white-paper-the-route-to-a-trillion-devices (2022).

67. National Academies of Sciences, E., and Medicine. Quantum Computing: Progress and Prospects. https://www.nap.edu/catalog/25196/quantum-computing-progress-and-prospects (2019)

68. Hagar, A. & Cuffaro, M. Quantum Computing. https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/qt-quantcomp/ (2019).

69. Baumhof, A. Quantum computers: why Google, NASA and others are putting their chips on these dream machines. https://www.weforum.org/agenda/2019/10/quantum-computers-next-frontier-classical-google-ibm-nasa-supremacy/ (2019).

70. Pednault, E., Gunnels, J., Maslov, D. & Gambetta, J. On “Quantum Supremacy”. https://www.ibm.com/blogs/research/2019/10/on-quantum-supremacy/ (2019).

71. What Is Quantum Computing? https://www.cbinsights.com/research/report/quantum-computing/ (2020).

72. Ball, P. Physicists in China challenge Google’s ‘quantum advantage’. https://www.nature.com/articles/d41586-020-03434-7 (2020).

73. Biondi, M. et al. Quantum computing use cases--what you need to know I McKinsey. https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/quantum-computing-use-cases-are-getting-real-what-you-need-to-know (2021).

74. The Big Tech In Quantum Report: How Google, Microsoft, Amazon, IBM, & Intel Are Battling For The Future Of Computing. https://www.cbinsights.com/research/report/big-tech-quantum/ (2021).

75. DiChristina, M., Meyerson, B. S., Al-Faris, A. F. & Carbeck, J. Top 10 Emerging Technologies 2020. https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-2020/.

76. NSF establishes 3 new institutes to address critical challenges in quantum information science. https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/072120.jsp (2020).

77. 75+ Quantum Tech Companies That Could Impact Healthcare, Finance, Cybersecurity, And More. https://www.cbinsights.com/research/quantum-tech-companies-landscape-market-map/ (2020).

78. 8Sarma, S. D. Quantum computing has a hype problem. MIT Technology Review https://www.technologyreview.com/2022/03/28/1048355/quantum-computing-has-a-hype-p roblem/ (2022).

79. Ghose, S. Are You Ready for the Quantum Computing Revolution? https://hbr.org/2020/09/are-you-ready-for-the-quantum-computing-revolution (2020).

80. Ben P. Stein. The History and Future of Quantum Information. https://www.nist.gov/history-and-future-quantum-information (2018).

81. Kostadinov, K. The Quantum Computing Revolution - Part II: The Path to Commercialisation. https://mmc.vc/latest/the-quantum-computing-revolution-part-ii-the-path-to-commercialisation (2020).

82. O’Neill, P. H. The Quest for Quantum-Proof Encryption Just Made a Leap Forward. https://www.technologyreview.com/2020/08/03/1005891/search-for-quantum-proof-encryption-computing-nist/ (2020).

83. Burkacky, O., Mohr, N. & Pautasso, L. Will quantum computing applications drive the automotive future? https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/will-quantum-computing-drive-the-automotive-future (2020).
84. Burgener, E. IDC's 2020 Enterprise Infrastructure Predictions I IDC Blog. https://blogs.idc.com/2019/12/02/top-10-worldwide-enterprise-infrastructure-2021-predictions/ (2019).
85. Buchholz, K. Infographic: Quantum Leap for Quantum Computing. https://www.statista.com/chart/26317/quantum-computing-market-value/ (2021).
86. Huh, J. & Seo, Y. Understanding Edge Computing: Engineering Evolution With Artificial Intelligence. https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8861030 (2019).
87. What Is Edge Computing? CB Insights Research https://www.cbinsights.com/research/what-is-edge-computing/ (2020).
88. Aktaş, I. Cloud and edge computing in IoT: a short history. https://blog.bosch-si.com/bosch-iot-suite/cloud-and-edge-computing-for-iot-a-short-history/ (2019).
89. Bocetta, S. Deploying Edge Cloud Solutions without Sacrificing Security. https://www.infoq.com/articles/secure-edge-systems/ (2020).
90. Valente, F. 90% of Industrial Enterprises will Utilize Edge Computing by 2022. https://ww2.frost.com/news/press-releases/90-of-industrial-enterprises-will-utilize-edge-computing-by-2022-finds-frost-sullivan/ (2020).
91. State of the Edge Report 2021. https://stateoftheedge.com/reports/state-of-the-edge-report-2021/ (2021).
92. Mlitz, K. Edge computing: Global market size 2026. https://www.statista.com/statistics/948762/worldwide-edge-computing-market-size-forecast/ (2021).
93. SAE Levels of Driving Automatio Refined for Clarity and International Audience. https://www.sae.org/site/blog/sae-j3016-update (2021).
94. Canalys Newsroom - Level 2 autonomous driving Q4 2020 and full year 2020. https://www.canalys.com/newsroom/canalys-autonomous-driving-starts-to-hit-mainstream as-35-million-new-cars-had-level-2-features-in-q4-2020 (2021). in.
95. The DARPA Grand Challenge: Ten Years Later. https://www.darpa.mil/news-events/2014-03-13 (2014).
96. Duffy, R. Your Guide to Autonomous Vehicles. https://www.morningbrew.com/emerging-tech/s/your-guide-to-autonomous-vehicles (202

97. Autonomous Vehicles & Car Companies. https://www.cbinsights.com/research/autonomous-driverless-vehicles-corporations-list/ (2020).

98. Mindell, D. Will Autonomous Vehicles Bring A Jobless Future? A New MIT Report Says Not So Fast. https://sts-program.mit.edu/news/will-autonomous-vehicles-bring-a-jobless-future-a-new-mit-report-says-not-so-fast/ (2020).

99. Bagloee, S. A., Tavana, M., Asadi, M. & Oliver, T. Autonomous vehicles: challenges, opportunities, and future implications for transportation policies. https://doi.org/10.1007/s40534-016-0117-3 (2016).

100. Barrett, J. & Bivens, J. The stakes for workers in how policymakers manage the coming shift to all-electric vehicles. https://www.epi.org/publication/ev-policy-workers/ (2021).

101. Connected and Automated Vehicles: market forecast 2020. 2021 https://www.gov.uk/government/publications/connected-and-automated-vehicles-market-forecast-2020 (2021).

102. Placek, M. Projected sales of autonomous vehicles worldwide. https://www.statista.com/statistics/1230733/projected-sales-autonomous-vehicles-worldwide/ (2021).

103. Chowdhury, S. & Marler, T. The Metaverse: What It Is and Is Not. https://www.rand.org/blog/2022/06/the-metaverse-what-it-is-and-is-not.html (2022).

104. Resnick, M., Nguyen, T., Verma, A. & Lee, A. Quick Answer: What Is a Metaverse? https://www.gartner.com/document/4009290?ref=solrAll&refval=327592661 (2021).

105. Opportunities in the metaverse. https://www.jpmorgan.com/content/dam/jpm/treasury-services/documents/opportunities-in-the-metaverse.pdf (2022).

106. Nigam, M., Metuku, A., Mitchelson, D. & Saito, G. Global TMT Sector: Metaverse: A Guide to the Next-Gen Internet. https://www.credit-suisse.com/media/assets/corporate/docs/about-us/media/media-release/2022/03/metaverse-14032022.pdf (2022).

107. Wong, D. Research guides: Virtual Reality in the Classroom: What is VR? https://guides.library.utoronto.ca/c.php?g=607624&p=4938314 (2021).

108. Definition of Augmented Reality (AR) - Gartner Information Technology Glossary. https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/augmented-reality-ar (2021).

109. Meta Universe and National Security. https://mp.weixin.qq.com/s/hlN7k-_4ZSftpyE2qNAGeA (2021).

110. Metaverse of madness: 13 big industries the rise of virtual worlds could disrupt - CB Insights Research. https://www.cbinsights.com/research/report/industries-disrupted-metaverse/ (2022).

111. Intro to the Metaverse. https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-intro-to-the-metaverse-report-2021-free-version/ (2021).

112. Hendrick, D. The Metaverse and Its Implications for Our Digital Future. https://news.virginia.edu/content/metaverse-and-its-implications-our-digital-future (2021).

113. Bosworth, A. Building the Metaverse Responsibly. https://about.fb.com/news/2021/09/building-the-metaverse-responsibly/ (2021).

114. Microsoft to acquire Activision Blizzard to bring the joy and community of gaming to everyone, across every device. https://news.microsoft.com/2022/01/18/microsoft-to-acquire-activision-blizzard-to-bring-the-joy-and-community-of-gaming-to-everyone-across-every-device/ (2022).

115. How virtual reality and augmented reality are transforming business and the economy. https://www.pwc.com/gx/en/technology/publications/assets/how-virtual-reality-and-augmented-reality.pdf (2019).

116. Worldwide Spending on Augmented and Virtual Reality Forecast to Deliver Strong Growth Through 2024, According to a New IDC Spending Guide. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47012020 (2020).

117. Metaverse may be $800 billion market, next tech platform. https://www.bloomberg.com/professional/blog/metaverse-may-be-800-billion-market-next-tech-platform/ (2021).